

ONTOSEMANTICA DE LAS TEORIAS

Partiendo de Frege, hacia una ontología de la ciencia

C. Ulises Moulines

Instituto de Investigaciones Filosóficas, Mexico

0. El objetivo de un análisis ontosemántico de las teorías científicas.

Un producto cultural característico de la especie humana son las teorías científicas. Es un producto, además, al que, por su desarrollo tanto cuantitativo como cualitativo, los seres humanos atribuyen cada vez mayor importancia. Es natural, por tanto, que nos veamos llevados a plantear ciertas preguntas acerca de las teorías científicas. Algunas de estas preguntas son: “¿Qué son las teorías científicas?”, “¿Cómo son?”, “¿Cómo devienen?”. Por su forma, éstas son típicas cuestiones metacientíficas, es decir, filosóficas. La tercera pregunta, en el sentido de “cómo nacen, evolucionan y mueren las teorías científicas”, ha sido ampliamente discutida en las últimas décadas, y pertenece al estudio diacrónico de la ciencia (historia de la ciencia y filosofía de la historia de la ciencia). La segunda pregunta, en el sentido de “cuál es la forma o estructura de las teorías científicas”, ha sido tratada con rigor y detalle crecientes, sobre todo en los últimos años, dentro de la filosofía formal de la ciencia. Respuestas más o menos precisas a esta pregunta las han dado diversos enfoques dentro de lo que podríamos denominar “análisis estructural de la ciencia”. La primera pregunta, en el sentido de “qué clase de entidad es una teoría científica”, es una pregunta ontológica. La filosofía de la ciencia no le ha dado, en general, más que respuestas someras y vagas en el mejor de los casos; en el peor, la ha ignorado totalmente. El

presente trabajo se propone preparar el terreno para una discusión generalizada del tipo de respuestas posibles a esa cuestión ontológica; y para ello intenta hacer uso de algunos elementos del esquema conceptual de Frege.

El hecho de que el grueso de la filosofía de la ciencia haya encarado con desgana o negligencia la cuestión ontológica acerca de las teorías científicas es seguramente debido a una confusión metodológica: muchos autores, entre ellos el presente, han creído que una respuesta razonablemente clara a la primera pregunta, “¿Qué son las teorías científicas?” sólo puede venir dada en términos de la segunda, “¿Cuál es la estructura de las teorías científicas?”, o hasta de la tercera, “¿Cómo evolucionan las teorías científicas?”. No es casualidad que tantas obras importantes de la filosofía reciente que pretenden dar una caracterización general de la ciencia aparezcan rotuladas con títulos que empiezan por el término “La estructura...”. Existe la creencia ampliamente difundida de que una respuesta sensata a la pregunta “¿Qué es una teoría?” o incluso, en general, “¿Qué es x ?”, para cualquier x , vendrá necesaria y suficientemente dada en términos de una caracterización de las estructuras sincrónicas y/o diacrónicas inherentes a x .

Esta actitud ha tenido manifiestamente efectos positivos en el sentido de evitar la persecución de quiméricas esencias de los objetos, especialmente en el caso de objetos abstractos, como son las entidades teóricas. Sin embargo, también ha tenido el efecto negativo de restringir indebidamente el alcance posible de los cuestionamientos filosóficos. Simplemente, no es cierto que todo lo que podamos preguntar con sentido acerca de las cosas sean preguntas acerca de la estructura de esas cosas —a menos que el concepto de estructura se estire tanto, que resulte trivial. Además de las preguntas cuya respuesta requiere un análisis puramente estructural, existen preguntas cuya respuesta exige un análisis ontológico, o más exactamente, ontológico y semántico, o para emplear una abreviación pedante, *ontosemántico*. Esto es particularmente válido para las preguntas filosóficas.

Tomemos un ejemplo cualquiera para hacer plausible esta idea. A la pregunta “¿Qué es una molécula de hidrógeno?” podemos responder de varias maneras. Es cierto que, para el físico, lo

más interesante es una respuesta en términos de estructuras que supuestamente describen la constitución atómica y subatómica de una molécula de hidrógeno. No obstante, esto no es todo lo que uno puede preguntarse respecto a las moléculas de hidrógeno. Hay cuestiones que, aunque suelen interesar más al filósofo que al físico y suelen ser más oscuras, no por ello dejan de tener sentido. Por ejemplo, podemos preguntarnos: ¿A qué tipo de objetos se refiere el término “molécula de hidrógeno”? ¿Debe interpretarse el término “una molécula de hidrógeno” como un objeto físico localizado en el espacio y el tiempo, como una ficción heurísticamente útil, como un conjunto de sensaciones interconectadas del físico perceptor, o en fin como qué otra cosa? ¿Son las moléculas de hidrógeno cosas en el mismo sentido en que son cosas las mesas, las sillas y los árboles? Son objetos abstractos o concretos? ¿Depende el significado de “molécula de hidrógeno” de la teoría particular en que se usa o bien es al menos parcialmente independiente de ella?... Estos son ejemplos, a mi entender, paradigmáticos de cuestiones ontosemánticas. Creo que el planteamiento de este tipo de preguntas tiene pleno sentido, pero no dispongo de ningún argumento para justificar esta creencia y debo reconocer que esto tampoco me preocupa mucho. Aquí simplemente voy a presuponer que es válida.

Pues bien, entiendo la pregunta “¿Qué son las teorías científicas?” como cuestión ontosemántica en el sentido ilustrado. Es decir, se trata de subsumir las cosas que llamamos teorías científicas y sus posibles partes x componentes bajo alguna o algunas categorías ontológicas previamente asumidas, y ello es concomitante con la tarea de proporcionar un análisis del significado de las expresiones lingüísticas de las teorías y sus componentes. En el presente contexto, el análisis ontológico y el semántico van indisolublemente ligados; de hecho, son las dos caras de la misma moneda. La dilucidación del significado de las expresiones de teorías es la base necesaria para su subsunción bajo cualesquiera categorías ontológicas; y, viceversa, para esclarecer los posibles significados debemos asumir ciertas categorías ontológicas. Es por eso que hablo de un análisis ontosemántico.

Frege se ocupó en toda su obra filosófica de cuestiones

ontosemánticas. Se ocupó de ellas a un muy alto nivel de generalidad y a través de un pasmoso esfuerzo por alcanzar la máxima claridad posible. Su objetivo primordial era la fundamentación de las matemáticas; pero pretendió deliberadamente que los elementos básicos de su análisis fueran universalmente aplicables. Y creo que se puede caracterizar su esquema general de análisis como ontosemántico, porque las categorías ontológicas y semánticas propuestas no aparecen por separado, sino formando un todo coherente —o, al menos, ésa fue su intención (cf. R. S. Wells, “Frege’s Ontology”).

El alto nivel de generalidad y abstracción en el que se mueve la ontosemántica de Frege quizás no es muy adecuado para responder a todas las cuestiones involucradas en la pregunta “¿Qué son las moléculas de hidrógeno?”, pero en cambio creo que sí es apropiado para tratar de la naturaleza de cosas tan generales y abstractas como son las teorías científicas. Es cierto que el esquema ontosemántico general de Frege, en su versión original, contiene algunas oscuridades e imprecisiones. Sin embargo, éstas pueden subsanarse, y en cualquier caso, precisamente para ese nivel de abstracción, el esquema de Frege es todavía hoy por hoy el mejor instrumento de análisis del que disponemos. En este trabajo me dispongo a mostrar algunas de sus potencialidades y dificultades para el caso de las teorías científicas (entiendo por “teorías científicas” las teorías de las disciplinas llamadas “empíricas” o “factuales”). Pero antes es conveniente resumir los elementos básicos de la ontosemántica fregeana que van a ser utilizados con este fin.

1 El aparato ontosemántico básico de Frege

Las cuatro categorías ontosemánticas básicas de Frege que vamos a usar son las de objeto, función, referencia y sentido. Son categorías irreducibles en el sistema fregeano; sólo se pueden ejemplificar y elucidar, pero no definir. El par ontológico objeto-función es exhaustivo y mutuamente excluyente: todo lo que “hay” es o bien objeto o bien función, pero nada puede ser las dos cosas a la vez. En cambio, el par semántico referencia-sentido no es exhaustivo ni excluyente: además de referencias y sentidos

hay otras relaciones entre lo denotante y lo denotado; por ejemplo, lo que Frege llama el “colorido” (“*Färbung*”) y Dummett el “tono” (“*tone*”). Y puede haber sentidos que sean referencias; por ejemplo, en el uso indirecto de las oraciones.

Los objetos son cosas completas, autónomas, existentes por sí mismas; las funciones son cosas incompletas, que para completarse necesitan de objetos y, una vez completadas, dan lugar a nuevos objetos más complejos. Esta división ontológica está inspirada, por supuesto, en la división lógica entre funtores y argumentos. Pero esto no es importante ahora.

Hay diversos tipos de objetos. La clasificación más general es entre objetos concretos y objetos abstractos, implícita en Frege, como ha mostrado Dummett. La distinción no es todo lo clara que sería de desear, y parece que hay casos limítrofes entre ambos tipos de objetos (*cf.* Dummett, *Frege-Philosophy of Language*, p. 480 *et passim*). El criterio que explicita Dummett para distinguir los objetos abstractos de los concretos es el siguiente: un objeto es abstracto cuando su nombre es inteligible *sólo si* existe una expresión funcional que se aplica apropiadamente a ese nombre y a través de la cual lo entendemos (*cf.* Dummett, *op. cit.*, p. 486 *et passim*). Ejemplos de objetos abstractos importantes para Frege son los números y los valores veritativos. Más importantes en el presente contexto son otros tipos de objetos abstractos: los sentidos, los correlatos objetuales de las funciones (para los que Frege no introduce ningún término especial) y lo que Frege llama los “recorridos” (“*Wertverläufe*”) de las funciones. Estos últimos se aproximan, aunque no son exactamente iguales, a nuestra noción actual de conjunto. Para nuestros propósitos presentes basta suponer que se trata efectivamente de conjuntos en su sentido actual —ya sea de conjuntos de objetos o bien de conjuntos de tuplos de objetos. A la lista de objetos abstractos tratados por Frege se puede añadir un tipo de objetos que él no considera, pero que son esenciales aquí: estructuras. Las estructuras son objetos, puesto que son cosas completas, autónomas; y son abstractas, dado que, como veremos ulteriormente, sólo son inteligibles a través de las expresiones funcionales que las “definen” (expresiones de la for-

ma: "... es un grupo", "... es un espacio vectorial", "... es una mecánica de partículas"). Las estructuras son objetos complejos heterogéneos, en el sentido de que constan de objetos de niveles inferiores: conjuntos y correlatos objetuales de funciones.

Una clase de objetos concretos que nos interesa especialmente son las expresiones lingüísticas. Como ha puesto de manifiesto Shwayder (*cf.*, D. S. Shwayder, "Uses of Language and Uses of Words", p. 137), hay que distinguir en Frege tajantemente entre tres tipos de expresiones lingüísticas: nombres propios (en el sentido amplio de Frege: "*Eigennamen*"); expresiones funcionales ("*Funktionennamen*"), y el signo asertórico de la *Begriffsschrift*. Este último no nos interesa aquí. Los nombres propios se refieren a objetos, ya sean concretos o abstractos; las expresiones funcionales se refieren a funciones. Es característico de los nombres propios en sentido amplio que empiecen por un artículo determinado o por un demostrativo. En cambio, las expresiones funcionales suelen comenzar con un artículo indeterminado. Por eso dice Frege que, si bien "un triángulo" se refiere a una función (en este caso, un concepto), en cambio, "el concepto de triángulo" no se refiere a un concepto ni a una función, sino a un objeto: al correlato objetual de la función "un triángulo". Se trata, por supuesto, de un objeto sumamente abstracto, para el que no disponemos de nomenclatura particular.

Una clase de expresiones lingüísticas que aquí nos interesarán especialmente son las que se utilizan para formular teorías científicas. Para abreviar, a esta clase de expresiones las llamaremos "formulaciones de teoría". Las formulaciones de teoría pueden darse en un lenguaje formal o bien, lo más frecuente, en un lenguaje natural tecnificado. En cualquier caso, admitiremos que debe haber una forma canónica de formulación de teorías, más allá de las vicisitudes y accidentes que sufren las formulaciones en los libros de texto corrientes. En principio, podemos admitir que esta formulación canónica es la formulación axiomática, aunque más adelante consideraremos la posibilidad de tener que matizar esta asunción.

Hay dos clases de funciones en el sentido de Frege: conceptos y relaciones. Los primeros son funciones monádicas cuyos

valores son valores veritativos; las segundas pueden ser de naturaleza muy variada y pueden tener o no valores veritativos entre sus términos.

Entre las relaciones merecen especial mención aquellas que constituyen la referencia y el sentido de las expresiones lingüísticas. Hay una clase de relaciones que relacionan las expresiones con sus sentidos; otras, que relacionan los sentidos con los referentes de las expresiones; otras, en fin, que relacionan las expresiones con sus referentes (para una reconstrucción formal de estas tres clases de relaciones, cf. J. L. González, "*Una reconstrucción conjuntista de la semántica de Frege*"). Es una tesis básica de Frege la de que este último tipo de relación resulta de la composición lógica de los dos primeros: es a través del sentido que una expresión logra referirse a su referente; o también: el sentido determina el referente de las expresiones. Al último tipo de relación lo podemos denominar "referencia"; los dos primeros carecen de nombres específicos. Idealmente, cada una de estas clases de relaciones debería ser una clase unitaria: es decir, la relación entre cada expresión y cada sentido, y la relación entre cada sentido y cada referente deberían estar unívocamente determinadas. Sin embargo, en una visión realista de la semántica de los lenguajes naturales no las podemos considerar así, debido a las frecuentes variaciones subjetivas e históricas en el uso de los lenguajes.

Los referentes de las expresiones lingüísticas nominales son objetos; pueden ser objetos de cualquier tipo, concretos o abstractos. Pero no todos los objetos son referentes. A menos que adoptemos una posición idealista o constructivista extrema, que ni Frege ni yo estamos dispuestos a adoptar, parece plausible admitir que hay objetos que no se hallan en la relación de referencia con ninguna expresión lingüística. Puede ser que el lenguaje sea "el límite de *mi* mundo", pero ciertamente no es el límite *del* mundo.

Los sentidos constituyen la categoría de entidades que más quebraderos de cabeza han proporcionado a los comentaristas e intérpretes de Frege. El problema no es tanto que no dispongamos de una buena definición de "sentido"; tampoco se pueden

definir las otras categorías básicas de la ontosemántica de Frege y, sin embargo, no nos producen esa sensación de incomodidad. El problema con la noción de sentido es que es más novedosa, mucho menos conectada a la ontosemántica tradicional, y para ella disponemos de poca intuición y entrenamiento en el manejo. No obstante, creo que, con su noción de sentido, Frege aprehendió una idea esencial, imprescindible para cualquier análisis ontosemántico. Lo curioso es que, a pesar de su oscuridad intrínseca, la idea fregeana de sentido permite aclarar y detectar muchas cosas. Espero que el análisis subsiguiente de las teorías substancie esta aseveración.

Frege rehuyó comprometerse con una descripción demasiado estricta y universalmente válida de la noción de sentido —aparte de dar caracterizaciones sumamente vagas y poco manejables, como la de que el sentido de una expresión es el modo de darse su referencia (cf. Frege, *Estudios sobre semántica*, p. 50-51). Prefirió aclarar su noción de sentido a base de innumerables ejemplos, tanto del discurso cotidiano, como del matemático. En realidad, este método de aclaración de conceptos por medio de ejemplos paradigmáticos de aplicación es, como sabemos en nuestra era post-wittgensteineana, perfectamente admisible. No obstante, dada la importancia de la noción para el presente análisis, podemos tratar de aproximarnos un poco más a una caracterización general.

Dummet se ha ocupado con mucho detenimiento de elucidar la noción de sentido. Quisiera recordar algunas de sus acotaciones, que son especialmente valiosas para el propósito presente de indagar sobre el sentido de las formulaciones de teoría. El valor esencial del sentido, según Dummet, es su valor *cognitivo*: el sentido determina el modo como podemos averiguar el referente de una expresión: "... *the notion of sense, as Frege understood it, relates to our recognition of reference*" (cf. Dummet, *op. cit.*, p. 589). Más exactamente, la consideración del sentido, la fijación precisa del sentido de las expresiones cobra su máxima importancia cuando se trata del problema de *justificar* un conjunto de enunciados, cuando queremos demostrar, o al menos, hacer plausible que el referemte de cierta(s) expresion(es) es efectivamente

el que decimos que es (*cf.* Dummet, *op. cit.*, p. 104). Esta comprensión del sentido aquí nos interesa especialmente cuando se trata de enunciados científicos (teóricos); Dummet apoya la idea de que, en este caso, el sentido de los enunciados viene dado por sus interconexiones. En su contracrítica al holismo extensionalista de Quine, por ejemplo, comenta:

“Quine’s image of language as an articulated network is therefore acceptable only when interpreted, not holistically, by denying a sense to individual sentences, but in the natural way, recognizing the existence of definite inferential links between sentences, *the sense of a non-peripheral sentence consisting precisely in its links with other sentences*” (*cf.* Dummet, *op. cit.*, p. 608, subrayado mío).

Esta idea jugará un papel importante en el análisis de las teorías a continuación.

2. *Aplicación del aparato a la concepción enunciativa de las teorías*

Las tres preguntas centrales que nos proponemos atacar dentro del esquema general de Frege son:

1. ¿Qué es una teoría? ¿Es un objeto lingüístico, un objeto no-lingüístico, o una función?
2. ¿Cuál es la referencia de una formulación de teoría y la de sus partes componentes?
3. ¿Cuál es su sentido?

Las tres preguntas no son independientes entre sí, de modo que puedan ser tratadas por separado. En realidad, una respuesta adecuada a cada una de ellas depende de respuestas adecuadas a las demás.

En lo que sigue, consideraremos tres concepciones distintas y actualmente vigentes de las teorías científicas: la concepción estándar, “clásica” o “enunciativa”; la concepción de Suppes y sus colaboradores, y la concepción de Suppes revisada por Adams y Sneed al introducir un elemento nuevo. No examinaré concepciones más complejas y elaboradas, como la estructural de Sneed-Stegmüller en su versión madura, ni la de Ludwig. El motivo de esta omisión es simplemente la falta de tiempo y espacio. No obstante, creo que la omisión no es grave, dado que gran par-

te de lo que podría decirse al considerar estas concepciones más elaboradas estaría ya contenido en lo dicho para las primeras.

La aplicación del aparato ontosemántico de Frege a los tres enfoques a consideración nos permitirá no sólo dar respuestas precisas a las tres preguntas anteriores dentro de cada uno de los enfoques, sino además aprehender las diferencias esenciales entre ellos. Veremos que, gracias a las clarificaciones que permite Frege, estas diferencias son más significativas de lo que a primera vista pudiera parecer.

La concepción estándar, que podríamos llamar también “concepción enunciativa”, es la más simple. Según ella, las teorías son enunciados. (En el presente contexto es indiferente que tomemos cada teoría como un conjunto de enunciados o bien como una conjunción de enunciados.) En tal caso, las formulaciones canónicas (es decir, axiomáticas) de las teorías coinciden con las teorías mismas. Las teorías son, así, objetos lingüísticos y, por tanto, objetos concretos. Son objetos que están escritos en alguna parte o que al menos se pueden escribir en alguna parte.

Dado que las teorías son enunciados, sus referentes serán, según una tesis famosa de Frege, valores veritativos. Las teorías son verdaderas o falsas.

Los enunciados que constituyen una teoría según la concepción estándar son axiomas, puesto que hemos convenido en que la formulación canónica de teorías es la axiomática. Ahora bien, los axiomas de cualquier teoría científica propiamente tal son enunciados al menos parcialmente teóricos, no directamente observacionales, o dicho en la terminología de Quine, enunciados que no pertenecen a la “periferia” del *corpus* científico. Si aplicamos a este caso el criterio de Dummett arriba mencionado de que “el sentido de un enunciado no-periférico consiste precisamente en sus conexiones con otros enunciados”, es fácil ver cuál es el sentido de una teoría: el sentido de cada uno de sus axiomas no puede determinarse aisladamente, sino que depende del modo como está conectado con el resto de enunciados de la teoría, o sea, de sus conexiones axiomáticas; en otras palabras, el sentido de una teoría es precisamente el modo concreto en que aparece

axiomatizada. La axiomatización determina el sentido de una teoría. Por eso podemos decir que en una formulación pre-axiomática de una teoría, el sentido de la misma es vago, no bien definido. Otra consecuencia interesante que podemos sacar de esta idea es que, prescindiendo del caso de formulaciones sintácticamente equivalentes, axiomatizaciones distintas de "la misma" teoría expresan sentidos distintos y por tanto *no* son, estrictamente hablando, de *la misma* teoría. Así, podemos decir que las axiomatizaciones de Pasch y de Hilbert de la geometría euclídea le dan sentidos distintos a ésta. Lo mismo ocurre con las distintas axiomatizaciones existentes de la mecánica clásica, de la relatividad especial o de la termodinámica. Ciertamente, tenemos la intuición de que en todos estos casos se trata de distintas axiomatizaciones de "lo mismo". Pero esta intuición no está justificada por la noción de sentido, ni tampoco, por cierto, por la de referencia. Pues el referente de una gran cantidad de teorías puede ser el mismo, por ejemplo lo falso, y sin embargo no diremos que por este solo hecho se trata de axiomatizaciones de "lo mismo" en todas ellas. Parece claro que para poder decir que dos axiomatizaciones no-sintácticamente equivalentes lo son de lo mismo, por ejemplo de la mecánica clásica o de la geometría euclídea, debemos acudir a nociones de la teoría de modelos. Lo que no veo claro es cómo insertar estas nociones dentro del aparato de Frege. Esta es una cuestión abierta.

¿Qué decir de los componentes de una teoría? En la concepción que estamos examinando, éstos son, aparte de las constantes lógicas y prescindiendo de los términos puramente matemáticos, los términos primitivos específicos de la teoría en cuestión y que se admite que tienen una interpretación (es decir, referencia) empírica. Ahora bien, según la axiomática moderna, no tiene sentido preguntarse por la referencia de los términos primitivos tomados éstos aisladamente; ésta sólo puede determinarse interpretando el sistema axiomático en bloque sobre algún dominio. En tal caso, el método de interpretación para fijar la referencia será igual o paralelo al utilizado en la moderna semántica estándar. Será igual si nos desviamos de la intención original de Frege y admitimos que los referentes de las expresiones funcionales no sean

funciones, sino las extensiones conjuntistas de las mismas; será paralelo en caso de apegarnos estrictamente a Frege.

En cuanto al sentido de los términos primitivos de la teoría, lo natural es admitir que también vendrá determinado en bloque y exclusivamente dentro del sistema axiomático, por las interconexiones entre los términos expresados en los axiomas. Es decir, el sentido del término primitivo t_1 vendrá dado por las relaciones axiomáticas de t_1 con los demás términos primitivos t_2 , t_3 , etc.

Esta idea parece enteramente plausible cuando los términos en cuestión aparecen por primera vez en esa teoría y no tienen uso fuera de ella. Es plausible, pues, para términos como “entropía” en termodinámica, “gen” en la teoría mendeliana de la herencia o “complejo de Edipo” en el psicoanálisis freudiano. Sin embargo, ya no parece tan plausible en el caso de términos que tienen un uso previo a la teoría, ya sea en el lenguaje cotidiano o bien en otras teorías anteriores, un uso que, aunque distinto, no se supone enteramente ajeno al uso dentro de la teoría. Así, se podría argüir que el sentido de “fuerza” en una axiomatización de la mecánica clásica viene dado en cierta medida no sólo por las conexiones axiomáticas de “fuerza” con “masa”, “espacio” y “tiempo”, sino también por el sentido pre-mecánico, incluso antropomórfico, que tiene este término en el lenguaje cotidiano y en teorías protocientíficas. No sé hasta qué punto Frege estaría de acuerdo con esta idea. El problema apenas se presenta en las teorías de la matemática pura; pero, en cambio, creo que es importante en el caso de las teorías empíricas. No tengo una opinión definitiva sobre este punto; aquí nada más quería plantearlo.

3. Aplicación del aparato a la concepción suppesiana de las teorías

Creo que no es forzado interpretar los trabajos de Suppes y sus colaboradores en la axiomatización de las teorías empíricas como una desviación sustancial de la concepción estándar —desviación de la que el propio Suppes quizás no fue plenamente consciente en un principio, pero que se manifiesta claramente al apli-

carle la ontosemántica de Frege. A partir de los trabajos de Suppes, ya no es natural concebir una teoría como un enunciado, ni siquiera como una expresión lingüística cualquiera. A diferencia del caso de la concepción estándar, aquí hay que distinguir claramente la formulación de teoría de la teoría misma. La formulación de teoría es ahora de la forma "... es un P ", donde P es un predicado conjuntista; por ejemplo: "... es una mecánica clásica de partículas". Su referente, la teoría, es un concepto y, en consecuencia, una función. Así, pues, frente a la concepción estándar, según la cual una teoría es un objeto, en Suppes una teoría es una función. Claro que se trata de una función, o concepto, de tipo especial —de un tipo en el que no parece haber pensado Frege. Esto se ve al preguntarnos cuáles son los objetos que caen bajo ese concepto que llamamos "teoría": no son ni objetos físicos, ni números, ni valores veritativos. Los objetos que completan la entidad funcional que llamamos, por ejemplo, "mecánica clásica de partículas", son cosas complejas y heterogéneas a las que en la literatura se las suele llamar de varias maneras: "estructuras", "modelos" o "sistemas". Mosterín ha enfatizado la conveniencia de usar el término "sistema" en vez del de "estructura" para tales objetos, aunque el último sea más corriente. Aquí me atengo a esta propuesta. Claro que el nombre es lo de menos. Lo importante es saber de qué se trata. Los sistemas de las teorías empíricas de los que aquí se trata son tuplos que constan típicamente de uno o varios conjuntos de objetos más cierto número de funciones. Los conjuntos suelen ser conjuntos de objetos físicos como partículas y estados, y de objetos matemáticos como números y vectores. Las funciones pueden ser propiedades, relaciones y sobre todo funciones métricas. Los sistemas son, pues, por principio, objetos heterogéneos. Con ello obtenemos la configuración ontológica básica de una teoría en el enfoque de Suppes. Simplificando la jerarquía ontológica de este esquema, podríamos decir que una formulación de teoría se refiere a un concepto bajo el cual caen a la vez objetos (conjuntos físicos y matemáticos) y funciones.

Más difícil es determinar el sentido de una formulación de teoría a la Suppes. ¿Cuál es el sentido de una expresión conceptual del tipo "... es una mecánica clásica de partículas"? Es sabido

que la idea de que las expresiones predicativas, y en general, funcionales, tienen un sentido propio ha sido muy controvertida. Algunos comentaristas de Frege lo han interpretado como si él estuviera dispuesto a identificar sentido y referencia para ese tipo de expresiones. Creo que Dummet ha mostrado convincentemente que esta interpretación es incoherente con el aparato general de Frege. Por otro lado, lo cierto es que Frege no nos proporciona un criterio general para el sentido de las expresiones funcionales. Frege dice (*cf.* "Sobre el sentido y referencia", *Estudios sobre semántica*, p. 51) que el sentido en general es el modo de darse la referencia a través de la expresión lingüística. Pero este criterio aquí no nos sirve, porque el modo de darse de las teorías es siempre el mismo: a través de un predicado conjuntista. A primera vista, pues, el sentido de las formulaciones de teoría de Suppes es opaco; lo que realmente marca la diferencia de sentido entre dos formulaciones de teoría distintas está implícito en ellas: está contenido en las condiciones de definición de los predicados conjuntistas respectivos. Ellas no se hallan presentes en la formulación misma de teoría. Ahora bien, si aceptamos la interpretación de Dummet (*cf.*, *op. cit.*, p. 153) acerca del sentido de las expresiones definidas, según la cual, el sentido del definiens se traslada íntegramente al sentido del definiendum, y tenemos en cuenta que el predicado conjuntista que formula una teoría viene determinado por las condiciones de definición (que son los axiomas en la concepción estándar), entonces parece claro que las interconexiones axiomáticas postuladas en las condiciones de definición constituyen el sentido del predicado conjuntista de la teoría.

En cuanto al sentido y a la referencia de los términos que aparecen en los tuplos que expresan los sistemas que son modelos de la teoría, a ellos se puede aplicar en principio lo mismo que ya hemos dicho para los términos primitivos en la concepción enunciativa. Es decir, la referencia viene dada por una interpretación sobre algún universo empírico de modo igual o similar a lo que se hace en la semántica formal estándar, mientras que su sentido viene determinado por las interconexiones axiomáticas entre las condiciones de definición del predicado conjuntista. Sin embargo, la formulación de teoría a lo Suppes nos hace ver un aspecto inte-

resante de la relación entre sentido y referencia de los términos primitivos que no se manifiesta claramente en la concepción enunciativa. Al formular una teoría mediante un predicado conjuntista, resulta de inmediato claro que ese predicado puede aplicarse igualmente a multitud de cosas diversas; en general, pues, habrá un número indefinido de sistemas distintos, todos los cuales son modelos de la teoría. Para emplear un neologismo, podríamos decir que la concepción suppesiana nos lleva directamente a un "plurimodelismo" de las teorías empíricas. Como en general las teorías empíricas no son categóricas, esa multitud de modelos es realmente heterogénea. Y todos son, en principio, igualmente interesantes para el teórico empírico.

Ahora bien, si tomamos en serio esta idea plurimodelista, nos enfrentamos al siguiente resultado algo sorprendente. Por un lado, la referencia de los términos primitivos varía, evidentemente, de un modelo a otro (pues se refieren a distintos sistemas físicos). En cambio, si admitimos la idea de que el sentido de los términos viene exclusivamente dado por sus interconexiones axiomáticas, como éstas son siempre las mismas, tendremos que el sentido es siempre el mismo en todos los modelos. Esta situación aparece como paradójica e incoherente con la ontosemántica de Frege, al menos en su versión original. Pues, efectivamente, Frege sostenía que hay una correspondencia unívoca de sentidos a referencias. A un sentido sólo puede corresponder una referencia. Sin embargo, hay que recordar que Frege sólo analizó sentido y referencia en el lenguaje corriente y en teorías categóricas. Que yo sepa, nunca consideró estas nociones para el caso de teorías con un conjunto heterogéneo de modelos. Y no hay por qué seguir a Frege al pie de la letra al analizar campos que él no consideró.

En el caso de teorías no-categóricas, me parece plausible y, además, reveladora la idea de que hay un mismo sentido, pero referencias distintas para los términos primitivos. Puede decirse que es precisamente la teoría con sus axiomas lo que da *unidad de sentido* a esa multitud heterogénea de modelos, con sus diversas referencias. Esta idea nos permite comprender, por ejemplo, qué es lo que tienen en común todas las expresiones "partícula" en

distintos modelos de la mecánica de partículas. La referencia de "partícula" puede ser muy diversa: en un modelo puede referirse a una galaxia, en otro a un planeta, en otro a un péndulo y en otro, en fin, a un neutrón. Y, sin embargo, dentro de *esa* teoría, usamos siempre el mismo término, porque el sentido de "partícula", dado por las interconexiones axiomáticas, es siempre el mismo. Lo mismo ocurre con las expresiones funcionales. La referencia de "masa", pongamos por caso, es distinta en cada modelo, pero no su sentido. Y por eso hablamos simplemente de "masa" en todos los casos y no de "masa-en-el-modelo-x".

4. Aplicación del aparato a la concepción suppesiana revisada

La concepción estructural de las teorías científicas propuesta por Sneed se basa en el método de Suppes de axiomatizar teorías empíricas definiendo predicados conjuntistas, pero se diferencia de la concepción original de Suppes en detectar y reconstruir estructuras mucho más complejas en las teorías. De todas las complejidades que Sneed añade al concepto suppesiano, aquí la única que voy a considerar es la idea que Sneed recoge de Adams de que la identidad de una teoría queda determinada no sólo por su predicado conjuntista correspondiente, sino por la acotación de un dominio de aplicaciones propuestas ("*intended applications*") de la teoría. Este dominio no coincide con la totalidad de los modelos de la teoría, sino que es sólo un subconjunto de ella, de límites formalmente imprecisos. En la determinación de este dominio y, por tanto, en la identificación misma de la teoría es donde entran en juego elementos pragmáticos e intuitivos, que no tienen correlato en las teorías de la matemática pura.

A la idea de que la identidad de una teoría viene determinada no sólo por un predicado conjuntista, sino además por un dominio relativamente vago de aplicaciones, la podemos llamar "concepción suppesiana revisada". Con esta idea, Adams y Sneed introducen implícitamente una nueva perspectiva acerca de la referencia y el sentido de las formulaciones de teoría. Al restringir el campo de aplicación propio del predicado conjuntista por medios externos al mismo, es decir, medios que no están contenidos explícita ni implícitamente en él, se modifica sustancialmente tanto la referencia como el sentido de la formulación de teoría.

En efecto, si adoptamos el criterio heurístico de Frege de que, para identificar conceptos basta con identificar las extensiones correspondientes (aunque no sean lo mismo), entonces al introducir la idea de aplicaciones propuestas, estamos introduciendo un elemento completamente externo al predicado de la teoría para determinar la extensión del concepto de la teoría y por tanto la referencia misma de la formulación de teoría. Dentro del esquema general de Frege, esto significa que la delimitación de las aplicaciones propuestas constituye parte del *sentido* de la formulación de la teoría. Pues es a través de la delimitación de las aplicaciones propuestas que llegamos a la determinación de la referencia de la formulación de teoría. Y digo que constituyen solamente *parte* del sentido, porque naturalmente las condiciones de definición del predicado conjuntista seguirán interviniendo en la constitución del sentido, como hemos visto al hablar de la concepción suppesiana original.

Si aceptamos esta idea acerca del sentido, podemos comprender mejor algunos puntos de la concepción sneediana de las teorías que han sido objeto de largas y complicadas discusiones. En primer lugar, se nos hace natural que el dominio de aplicaciones propuestas sea una entidad inherentemente vaga. Pues es típico de los sentidos, como objetos, que sus límites sean imprecisos y que no dispongamos de criterios tajantes de identidad para ellos. Esto es precisamente lo que ocurre con el dominio de aplicaciones propuestas. Pero esta vaguedad no debe ser valorada como algo negativo, sino que, como ha subrayado Stegmüller, es precisamente a través de un grado razonable de vaguedad que funcionan las teorías empíricas. Lo mismo podríamos decir en general de los sentidos en la mayoría de contextos. Un grado razonable de vaguedad en el sentido hace al lenguaje más flexible.

En segundo lugar, ahora aparece más plausible el criterio sneediano de identidad de teorías. Una idea controvertida de Sneed es que dos teorías físicas pueden estar expresadas mediante el mismo predicado conjuntista, definido por los mismos axiomas, y sin embargo ser dos teorías distintas, por ser distintos sus dominios de aplicaciones propuestas. Por ejemplo, podemos tener dos teorías, una de hidrodinámica y otra de electrodinámica, con

exactamente el mismo predicado conjuntista (los mismos axiomas) y no obstante admitir intuitivamente que se trata de teorías diferentes. Podemos decir en tal caso que la misma formulación de teoría se refiere a conceptos (teorías) distintos, pues es por medio de las aplicaciones propuestas que determinamos la referencia, y ellas son distintas en uno y otro caso.

Finalmente, si admitimos, como creo que hay que hacer, que el dominio de aplicaciones propuestas no es un objeto estático, dado de una vez por todas, sino una entidad genidéntica, entonces podemos dar un contenido preciso y plausible a una afirmación muy difundida en la reciente filosofía de la ciencia: la de que el sentido de una teoría cambia con su evolución histórica. En efecto, si el sentido está en parte constituido por el dominio de aplicaciones propuestas y si este dominio varía normalmente porque le añadimos o quitamos elementos, entonces está claro cómo y por qué el sentido de las teorías, y por tanto también su referencia, varía con el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, Ernest W., *Axiomatic Foundations of Rigid Body Mechanics*. Stanford University, 1955
- Dummet, Michael, *Frege-Philosophy of Language*. Duckworth. Londres, 1973.
- Frege, Gottlob, *Estudios sobre semántica*. Ariel. Barcelona, 1971.
- González, José Luis, *Una reconstrucción conjuntista de la semántica de Frege*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1979.
- Mosterín, Jesús, "Sobre el concepto de modelo". *Teorema*, VIII/2, 1978.
- Shwayder, D. S., "Uses of Language and Uses of Words". En G. H. R. Parkinson (comp.) *The Theory of Meaning*. Oxford University, 1968.
- Sneed, Joseph D., *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Reidel. Dordrecht, 1971.
- Stegmüller, Wolfgang, *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*. Springer. Berlin-Heidelberg, 1973.
- Suppes, Patrick, *Set-theoretic Structures in Science*. Stanford University, 1970.
- Wells, Rulon S., "Frege's Ontology". En E.D. Klemke (comp.), *Essays on Frege*. University of Illinois Press. Chicago, 1968.