



FILO:UBA
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires

P

Realismo, referencia y relaciones interteóricas

Autor:

Córdoba, Mariana

Tutor:

Lombardi, Olimpia

2011

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Doctor de la Universidad de Buenos Aires en Filosofía.

Posgrado



FILO:UBA
Facultad de Filosofía y Letras

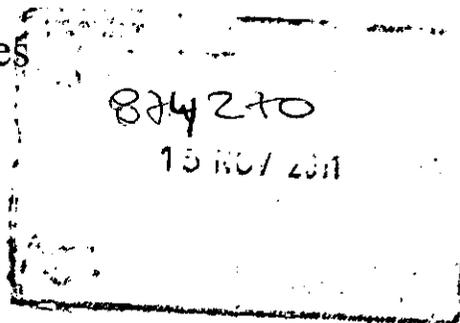
FILODIGITAL
Repositorio Institucional de la Facultad
de Filosofía y Letras, UBA

Tesis
16.6.35

Tesis 16.6.35

Universidad Nacional de Buenos Aires

Facultad de Filosofía y Letras



Tesis Doctoral

Realismo, referencia y relaciones interteóricas

Autora: Mariana Córdoba

Directora: Olimpia Lombardi

Codirector: Martín Labarca

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

Noviembre de 2011.

El presente trabajo ha sido realizado con una Beca de Doctorado otorgada por la UBA y con una Beca de Postgrado Tipo II otorgada por CONICET

CONTENIDO DE LA TESIS

PRÓLOGO	1
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS DEL TRABAJO	9
ESTRUCTURA DEL TRABAJO	13
CAPÍTULO I	
REALISMO Y REFERENCIA EN LA FILOSOFÍA GENERAL DE LA CIENCIA	
I.1. Tipos de realismo	16
I.2. El realismo científico crítico	21
I.3. Teorías descriptivista y causalista de la referencia	25
I.4. Referencia y realismo	30
I.5. Teorías mixtas de la referencia	36
I.6. Referencia y cambio teórico	39
CAPÍTULO II	
REALISMO Y REFERENCIA: EL OLVIDO DE LA CIENCIA	
II.1. El foco en el cambio teórico	44
II.1.1 Cambio teórico: ¿sucesión de teorías?	
II.1.2 La vigencia de teorías "superadas"	
II.1.3 La respuesta instrumentalista	
II.2. La tradición heredada	56
II.2.1 Términos teóricos y términos observacionales	
II.2.2 Clases naturales	
II.2.3 Concepción atomística del lenguaje	
II.2.4 El papel de los modelos	

CAPÍTULO III**RELACIONES INTERTEÓRICAS EN LAS FILOSOFÍAS DE LAS CIENCIAS PARTICULARES**

III.1. Tipos de reducción	81
III.2. El modelo de reducción de Nagel	83
III.3. Las críticas a la reducción interteórica	87
III.4. Superveniencia y emergencia	93
III.5. El retorno del modelo nageliano	97

CAPÍTULO IV**RELACIONES INTERTEÓRICAS: EL OLVIDO DE LA FILOSOFÍA**

IV.1. Tres formas de simultaneidad en ciencias	108
IV.1.1 Simultaneidad entre teorías incompatibles	
IV.1.2 Simultaneidad entre teorías diferentes	
IV.1.3 Simultaneidad entre disciplinas diferentes	
IV.2. Escapando al problema ontológico	124
IV.2.1 La estrategia de la impugnación de sentido	
IV.2.2 La estrategia del agnosticismo ontológico	

CAPÍTULO V**REALISMO PLURALISTA Y MULTIPLICIDAD ONTOLÓGICA**

V.1. Realismo de inspiración kantiana	141
V.2. La inspiración internalista	148
V.3. Multiplicidad ontológica e inconmensurabilidad	153
V.4. Diferencia entre esquema conceptual y teoría	158
V.5. Verdad como adecuación	163

CAPÍTULO VI**REALISMO PLURALISTA: ENFRENTANDO LOS PROBLEMAS**

VI.1. La dinámica del devenir científico	169
--	-----

VI.2. La simultaneidad teórica	175
VI.3. Ni esencialismo ni convencionalismo	186
VI.4. Cuántica y relatividad: incompatibilidad entre teorías “fundamentales”	196
VI.5. Física y química: individuos versus “ <i>stuff</i> ”	206
VI.6. Conclusiones: las respuestas del pluralismo ontológico	216
CONCLUSIONES FINALES	222
BIBLIOGRAFÍA	233

PRÓLOGO

En analogía con lo que ha acontecido en la historia de la ciencia, la historia de la filosofía nos invita a asistir a rupturas y diferenciaciones que han resultado en la diversificación de la filosofía en diversas sub-disciplinas. Inmersa en un espíritu que pretende poner en cuestión el contenido de esta afirmación, estoy convencida de que ciertas preguntas fundamentales continúan atravesando todas las sub-disciplinas filosóficas. En particular, ciertas preguntas que no cabe caracterizar sino como ontológicas no logran evadirse en una filosofía de la ciencia que se pretenda fértil para pensar esta actividad. Estas preguntas serán exploradas en el presente trabajo, así como sus implicaciones tanto en la práctica científica misma como en distintos enfoques en filosofía de la ciencia.

Así como la filosofía se ha diversificado en sub-disciplinas, dentro de una sub-disciplina como la filosofía de la ciencia, las reflexiones se diversifican también atendiendo a un sinnúmero de aspectos de la práctica científica, en ocasiones reñidos entre sí. Es mi convicción que, a pesar de la variedad de cuestiones acerca de las cuales la filosofía de la ciencia reflexiona, y a pesar de la proliferación de corrientes de pensamiento en esta área de investigación, ciencia y filosofía suelen recorrer senderos que no se cruzan. El presente trabajo pretende revertir esta situación explorando también posibles intersecciones de estos distintos caminos.

Mi tesis intenta ser, entonces, un pequeño aporte en la exploración de la posibilidad de enriquecer la filosofía de la ciencia brindándole más contenido filosófico en un sentido amplio; al propio tiempo, intenta acercar entre sí la ciencia y la filosofía, en la medida en que en la práctica misma de la ciencia estas no aparecen tan desvinculadas como ciertos enfoques pretenden. El marco en que estos intentos se desenvuelven presenta la peculiaridad de estar configurado por el análisis y la discusión de propuestas muy recientes tanto en la filosofía general de la ciencia como en el marco de las filosofías de las ciencias especiales.

Este trabajo se ha realizado con el respaldo económico de una Beca de Doctorado otorgada por la Universidad de Buenos Aires y de una Beca de Postgrado Tipo II otorgada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Quiero agradecer, en primer lugar, a la Dra. Olimpia Lombardi por su dedicado trabajo como directora de esta tesis, no sólo por su paciencia infinita y su agudeza en la corrección de mis manuscritos, sino también por enseñarnos que es posible trabajar en un clima de respeto mutuo y excelente trato. Quiero agradecer también al grupo interdisciplinario del que formo parte, en el que físicos, químicos y biólogos me han permitido tomar contacto directo con la práctica científica, lo que ha ampliado significativamente los horizontes de mi reflexión epistemológica. Agradezco también a los distintos árbitros anónimos cuyos comentarios me han permitido mejorar las publicaciones sobre las que se basan algunas partes del presente trabajo.

En el plano personal, agradezco a todos mis afectos. A mi familia, especialmente a Fer, sin cuya presencia permanente en mi recuerdo me hubiera resultado imposible realizar cualquier emprendimiento; a mis amigos; y fundamentalmente a Gabriel.

Buenos Aires, noviembre de 2011.

INTRODUCCIÓN

La filosofía general de la ciencia: Realismo y referencia

La ciencia ha sido comprendida e interpretada de modos muy diversos por la filosofía. A lo largo de la historia de la filosofía de la ciencia, distintos aspectos del conocimiento científico han sido concebidos como sus características esenciales. La filosofía analítica, en el marco del giro lingüístico del siglo XX y heredando ciertos preceptos de la visión positivista de principios de ese siglo, ha destacado el lenguaje de la ciencia como su aspecto fundamental y distintivo. A su vez, varias cuestiones relativas al lenguaje científico han sido discutidas a fin de ofrecer determinadas visiones de la ciencia.

Uno de los intereses fundamentales del positivismo lógico ha consistido en abandonar las abstrusas discusiones de la metafísica, y este *dictum* positivista ha imperado en el desarrollo de la filosofía analítica. Sin embargo, en el último tiempo, filósofos cuyo pensamiento se inscribe en la tradición analítica han revivido la preocupación acerca del problema del realismo científico, configurando una amplia trama de argumentos en favor y en contra del realismo. Y esta discusión entre realistas y antirrealistas presenta una importante dimensión metafísica, puesto que una de las preguntas fundamentales que la atraviesan es la pregunta por la existencia de las entidades teóricas postuladas por las teorías científicas. Ahora bien, en la medida en que esta discusión se ha desenvuelto en el ámbito delineado por la tradición analítica en filosofía, muchos de los argumentos en defensa o detracción del realismo suelen versar acerca del lenguaje de la ciencia. Denominaré “filosofía general de la ciencia” al ámbito en el cual estos argumentos tienen lugar.

El marco teórico general en que se inserta la primera parte de mi investigación doctoral es el delineado por este debate, propio del ámbito de la filosofía de la ciencia, entre realistas y antirrealistas científicos. La posición realista respecto del desarrollo del conocimiento científico exige un compromiso con cierta continuidad a través de las modificaciones que las teorías científicas sufren a lo largo de la historia de la ciencia. La idea de progreso latente en el realismo conlleva la creencia según la cual las sucesivas

teorías constituyen mejores descripciones y mejores explicaciones de la realidad y supone que, aunque algunas creencias cambien, las teorías se refieren, en general, a las mismas entidades, propiedades o procesos objetivos. Esto supone que hay continuidad de los referentes de los términos fundamentales del lenguaje involucrado en las teorías científicas. Los antirrealistas inconmensurabilistas, por su parte, suelen apelar a la idea de que ciertos cambios en las creencias, que se expresan en las variaciones de las afirmaciones involucradas en las teorías, implican también cambios en los referentes de los términos fundamentales de las teorías y, por consiguiente, subrayan la ruptura o discontinuidad en el desarrollo de la ciencia. El abordaje de cuestiones involucradas en la discusión sobre el realismo exige definir el realismo científico y distinguir entre variedades o tipos de realismo: el realismo semántico, el realismo metafísico y el realismo epistémico (Kukla 1998, Devitt 1984).

Específicamente, interesan en mi investigación ciertos argumentos esgrimidos por los denominados *realistas científicos críticos*, quienes basan su defensa del realismo en la búsqueda de una correcta elucidación del problema semántico del vínculo referencial entre signos del lenguaje e ítems extra-lingüísticos. En la medida en que la adopción de una posición realista o antirrealista depende de la afirmación o el rechazo de la literalidad del lenguaje de las teorías científicas, de la existencia de la realidad no observable postulada por dichas teorías, y de la posibilidad de acceso a dicha realidad, resulta fundamental, en primer lugar, distinguir entre lenguaje no teórico y lenguaje teórico, así como dirimir la cuestión de si los términos teóricos denotan ciertos objetos, entidades o fenómenos. En segundo lugar, si dichos términos denotan, resulta esencial responder la pregunta acerca del modo en que lo hacen. Para esto, se analizan las teorías fundamentales de la referencia formuladas en el ámbito específico de la filosofía del lenguaje: la teoría descriptivista (Frege 1892) y las teorías causalistas de la referencia (Kripke 1980, Putnam 1975b), así como las teorías mixtas o híbridas que recuperan elementos de ambas tradiciones, inspiradas en el descriptivismo-causal (Lewis 1970, 1984, 1986). La reflexión filosófica acerca de la referencia y el significado de los signos lingüísticos en relación con el debate en torno al realismo constituye, entonces, el marco teórico filosófico más específico en que se inscribe la primera parte de mi tesis doctoral. Y en la medida en que interesan los

argumentos sobre el lenguaje de la ciencia que pretenden ofrecer razones en defensa de un realismo científico *crítico*, el marco teórico se especifica aun más circunscribiéndose a dos posiciones críticas que formulan sus propias teorías de la referencia a fin de defender su posición (Psillos 1999, Niiniluoto 1999). De acuerdo con estas posiciones, es posible ofrecer una satisfactoria teoría de la referencia aplicable a los términos del vocabulario científico, que dé cuenta de la continuidad referencial a través del cambio teórico. De acuerdo con ciertos filósofos realistas, los términos teóricos fundamentales de las teorías exitosas refieren a entidades reales en el mundo, y las leyes o principios teóricos son aproximadamente verdaderos. A pesar de que los significados de dichos términos varíen de una teoría a otra, es posible afirmar que hay continuidad a través de la transición teórica. Dicha continuidad se debe a la invariabilidad de la referencia (Niiniluoto 1999) o la permanencia sustancial de la referencia (Psillos 1999) de los términos teóricos y de los términos de clases naturales involucrados en las teorías científicas.

Las filosofías de las ciencias particulares: Relaciones interteóricas

Durante los últimos tiempos se han desarrollado discusiones acerca la ciencia significativamente distintas de las mencionadas en el apartado anterior, discusiones en las que intervienen científicos dedicados a la filosofía de la ciencia y filósofos con formación científica, lo que ha brindado un carácter peculiar a su modo de filosofar. La proliferación de grupos interdisciplinarios y el interés que la filosofía ha despertado en los propios científicos ha generado un campo de debate con un signo muy distinto del propio de los filósofos generales de la ciencia. Estas nuevas discusiones se han desarrollado en los campos delimitados por los problemas filosóficos que acarrear distintas disciplinas científicas en sus especificidades; denominaré a estos ámbitos “filosofías de las ciencias particulares”. ¿Cómo se insertan estas discusiones dentro de la tradición de la filosofía de la ciencia? En algún sentido, las nuevas discusiones se enmarcan también dentro de los límites trazados por la preeminencia del enfoque analítico sobre la ciencia. En estos ámbitos particulares, el problema del realismo no suele ser tematizado, como tampoco el problema acerca de la referencia de los términos científicos. El problema del cambio

teórico, por su parte, cede lugar, en estas discusiones, al problema de las relaciones interteóricas, tanto dentro de una misma disciplina científica, como entre distintas disciplinas. En este contexto, han cobrado relevancia recientemente ciertas discusiones acerca de la posibilidad de reducir determinadas teorías científicas a otras.

El marco filosófico en que se inscribe la segunda parte de mi tesis se configura, entonces, por la reflexión acerca de la posibilidad de reducción de algunas teorías científicas a otras. De acuerdo con el modelo clásico de reducción interteórica (Nagel 1961), una teoría se reduce a otra cuando se deduce de ella. La teoría reducida se deduce de la teoría reductora (reducción homogénea), en ocasiones en conjunción con ciertas leyes puente (reducción heterogénea).

Desde distintas perspectivas, la idea de que es posible reducir una teoría a otra ha sido cuestionada en general (Duhem 1906 [1954], Feyerabend 1962, Kuhn 1976, Primas 1983, Antmanspacher y Kronz 1998) y, en particular se ha cuestionado la idea de que es posible reducir una disciplina a otra, por ejemplo, la química a la física (Scerri y McIntyre 1997, Vemullapalli y Byerly 1999, Lombardi y Labarca 2005a). Los argumentos que se han esgrimido en detracción de la idea de reducción han apelado a cuestiones epistemológicas y semánticas, en general, aunque algunas críticas se basan también en consideraciones ontológicas.

Las críticas se han extendido de tal modo que el modelo tradicional nageliano de reducción parecía definitivamente abandonado. Sin embargo, resulta interesante advertir que algunos trabajos recientes en el marco de las filosofías de las ciencias particulares recuperan la noción nageliana de reducción. De acuerdo con uno de estos aportes “neo-reduccionistas” recientes, la noción nageliana cumple un *desideratum* fundamental porque permite identificar correctamente la teoría reductora. Se considera necesario, sin embargo, poner en cuestión la idea nageliana de que es posible separar la teoría reductora de las leyes puente, abandonando así la noción de reducción heterogénea (convirtiéndose toda reducción en homogénea). La noción nageliana debe ser ampliada contemplando el razonamiento aproximativo y debilitando así la exigencia de deducción (Needham 2010).

De acuerdo con otra posición que pretende recuperar la noción nageliana de reducción, esta noción ofrece el análisis correcto de la relación interteórica. Es necesario completar la noción nageliana generalmente criticada y ampliamente rechazada, dando lugar al modelo generalizado de reducción de Nagel-Schaffner (Nagel 1974, Schaffner 1967, 1976, 1977, 1993), que permite responder las objeciones que en la historia de la filosofía de la ciencia se han formulado contra el modelo nageliano tradicional (Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann 2010).

El pluralismo ontológico de raíces kantianas

La tercera y última parte de mi investigación recoge, como marco filosófico, la reciente formulación de una posición epistemológica que retoma las preocupaciones esenciales de la discusión sobre el realismo y las cuestiones fundamentales que intervienen en la discusión sobre las relaciones interteóricas. Esta posición se asume como un tipo peculiar de realismo científico, interviniendo en el debate tradicional –perteneciente al ámbito de la filosofía general de la ciencia– entre realistas y antirrealistas y analiza también las relaciones interteóricas, es decir, interviene en las discusiones específicas del ámbito de las filosofías de las ciencias particulares, por medio de una exhaustiva crítica al reduccionismo. Esta posición es el pluralismo ontológico o realismo pluralista de raigambre kantiana defendido por Lombardi y Pérez Ransanz (2012). De acuerdo con esta posición, el conocimiento, en general, y el conocimiento científico, en particular, es conocimiento de fenómenos: sólo hay acceso cognoscitivo a aquello que se da, de algún modo, a los sujetos de conocimiento y a lo que estos sujetos necesariamente imponen una forma. Esta posición se inspira en el realismo internalista de Putnam (1981), un realismo que reconoce sus bases en la filosofía kantiana, aunque en algunos aspectos fundamentales se aleja de la concepción delineada por Putnam.

Lombardi y Pérez Ransanz adhieren al realismo internalista al oponerse al realismo externalista o metafísico (la “perspectiva del Ojo de Dios”). De acuerdo con el internalismo, los “objetos” son fenómenos en sentido kantiano: se configuran a partir de la acción conjunta de esquemas conceptuales subjetivos y un factor independiente del sujeto

cognoscente. Debido al reconocimiento del papel ineludible que cumple este factor independiente, exterior al sujeto de conocimiento, esta posición es considerada *realista*. A la idea kantiana de objeto, Putnam agrega una visión historicista por medio de su tesis de la relatividad conceptual: ningún concepto y ninguna categoría, por básica que sea, tiene una interpretación única o absoluta. De este modo, se acepta que existen esquemas conceptuales alternativos, no convergentes ni reducibles a un esquema único. La tesis de la relatividad conceptual conlleva la tesis de un pluralismo ontológico en la medida en que asume la posibilidad de coexistencia de diversas concepciones de mundo con sus propias ontologías distintas, en ocasiones incompatibles, adecuadas en determinados contextos según ciertos intereses y objetivos. Estas ontologías son genuinamente inconmensurables, de modo que la tesis de la inconmensurabilidad (Kuhn 1962, Feyerabend 1962), considerada desde una perspectiva fundamentalmente ontológica, constituye un elemento componente fundamental del realismo pluralista.

El pluralismo ontológico de Lombardi y Pérez Ransanz, si bien se origina a partir de la adhesión a las tesis de Putnam señaladas, se aleja de la formulación de este autor en la medida en que logra una más adecuada caracterización de la noción de esquema conceptual, y una correcta diferenciación entre esquema conceptual y teoría, sobre la base de la distinción entre categoría y concepto de clase (Lewowicz 2005). También se distancia de dicha propuesta al asumir una noción de verdad como adecuación entre lenguaje y ontología constituida, más apropiada, según Lombardi y Pérez Ransanz, a una concepción realista respecto del desarrollo de la ciencia que la idea de verdad como aceptabilidad racional que propone Putnam.

La concepción pluralista aborda las cuestiones fundamentales, tanto de la discusión respecto del realismo como de la discusión en relación con el reduccionismo. Retoma el debate entre realistas y antirrealistas, adoptando una determinada concepción filosófica realista y, al asumir las implicaciones ontológicas de la tesis de la inconmensurabilidad al propio tiempo que analiza las relaciones científicamente relevantes entre distintas teorías efectivamente exitosas aceptadas simultáneamente por la comunidad científica, afirma que tales relaciones no deben interpretarse como vínculos reductivos.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Sobre la base del marco general presentado en la Introducción, se articulan los siguientes objetivos del trabajo:

- El primer objetivo consiste en analizar ciertos argumentos en favor del realismo científico, que pretenden respaldarlo a partir de poner de manifiesto una continuidad referencial de algunos términos fundamentales de las teorías científicas a través del cambio teórico. Estos argumentos son formulados en el contexto de la defensa de una posición reciente en filosofía de la ciencia, denominada “*realismo científico crítico*”. Analizaré estos argumentos a fin de establecer cuáles son las virtudes de esta posición y cuáles sus limitaciones. Si bien esta posición presenta la virtud de abordar problemas metafísicos, como el problema del realismo y el problema del vínculo entre lenguaje y realidad, no resulta una posición adecuada para comprender la ciencia. Esto es así porque este enfoque, enmarcado dentro de la filosofía general de la ciencia, olvida la ciencia: las teorías científicas reales, la historia y la práctica efectiva de la ciencia. Esta es su limitación principal. Además, constituye una posición que adopta sin crítica ciertos supuestos metafísicos fuertes, sin reconocer su adopción.
- El segundo objetivo de este trabajo consiste en analizar el modo en que las relaciones entre teorías científicas son abordadas por ciertas estrategias que denominaré “*neo-reduccionistas*”, que se ubican en el marco de las filosofías de las ciencias particulares. Estas posiciones retoman la tradicional idea de reducción interteórica nageliana, que ha sido rechazada desde diferentes perspectivas en la filosofía de la ciencia de las últimas décadas. Analizaré los principales argumentos que estas posiciones

esgrimen para ofrecer sus propias caracterizaciones de las relaciones interteóricas, con el objetivo de establecer las virtudes y los defectos de este enfoque. Su virtud principal consiste en atender a la ciencia real, considerar problemas que emergen de la seria consideración de determinadas teorías científicas y su práctica. En este aspecto, esta mirada sobre la ciencia resulta más adecuada y más atractiva para pensar la ciencia que aquella que arroja la filosofía general de la ciencia. Pero no por esto carece de defectos. Su mayor limitación consiste en olvidar la filosofía, por desestimar explícitamente o desatender los problemas ontológicos que emergen de una atenta consideración de las relaciones interteóricas. Además, también esta posición adopta de un modo totalmente acrítico ciertos supuestos metafísicos fuertes, y esto acontece a pesar de rechazar explícitamente el abordaje mismo de cuestiones ontológicas.

- El tercer objetivo del presente trabajo consiste en evaluar si el pluralismo ontológico basado en un realismo de raigambre kantiana constituye una superación de los dos enfoques señalados en los objetivos anteriores. Se pretende mostrar que esta posición no incurre en los vicios en que incurren los enfoques provenientes del ámbito de la filosofía general de la ciencia y de las filosofías de las ciencias particulares. A fin de cumplir este objetivo, se analizará el peculiar modo en que el pluralismo ontológico concibe el devenir propio de la ciencia, enfatizando que su concepción se aleja del abordaje efectuado por el realismo científico crítico. Se analizará también el modo en que concibe las relaciones interteóricas, alejándose, asimismo, de las posiciones reduccionistas de las filosofías de las ciencias particulares.
- El cuarto y último objetivo de este trabajo consiste en aplicar el marco del pluralismo ontológico de raíz kantiana a algunos problemas tradicionales

fuertemente vinculados con la cuestión de realismo, en particular, la naturaleza de las clases naturales y, en relación con este problema, la cuestión de las leyes científicas. Además, se aplicará el pluralismo ontológico al análisis de un caso científico de simultaneidad entre teorías “fundamentales” incompatibles, como es el caso de la convivencia entre mecánica cuántica y mecánica relativista. Este caso pone de manifiesto problemas filosóficos que no han sido abordados por la filosofía general de la ciencia dado que ciertos supuestos impiden su consideración. Finalmente, se aplicará el pluralismo al análisis del caso de la relación entre una ontología de individuos, como es la ontología de la física, y una ontología de “stuff”, como la de la química macroscópica. Este caso excede los límites del marco de los problemas abordados por las filosofías especiales de la ciencia, también a causa de la adopción de ciertos supuestos filosóficos. La aplicación a estos problemas se efectuará con el objetivo de evaluar si el realismo pluralista ofrece un marco filosófico que permite superar las dicotomías a las que suelen enfrentarnos otras perspectivas filosóficas.

Sobre la base del cumplimiento de estos objetivos, las tesis que se defenderán en este trabajo se expresan en las siguientes afirmaciones:

- (a) El pluralismo ontológico basado en un realismo de raigambre kantiana atiende a la ciencia real, a su historia y a su práctica efectiva. En este sentido, constituye una superación del realismo científico crítico, y, en general, de muchos abordajes realizados por la filosofía general de la ciencia.
- (b) El pluralismo ontológico permite pensar las relaciones interteóricas afrontando los problemas eminentemente ontológicos que emergen de su consideración. En este sentido, constituye una superación las perspectivas que suelen adoptarse desde las filosofías de las ciencias particulares.

(c) El realismo pluralista, por lo tanto, asume ciertos compromisos ontológicos, al igual que las posiciones realistas críticas enmarcadas en la filosofía general de la ciencia y las posiciones neo-reduccionistas enmarcadas en las filosofías de las ciencias particulares, pero lo hace de un modo crítico y asume tales compromisos de modo explícito. El pluralismo ontológico es una posición que asume sus compromisos filosóficos y adopta una perspectiva pragmática, para ofrecer así una visión definida de la ciencia. Asume sus compromisos filosóficos por medio de una explicitación del marco filosófico kantiano sobre el que se enuncian sus posiciones respecto de la ciencia. Al propio tiempo, es una posición pragmática que toma en consideración el éxito efectivo de las teorías científicas y diversos aspectos de la práctica de la ciencia.

Finalmente, deseo enfatizar la necesidad de hacer dialogar las tres posiciones aquí trabajadas, realismo crítico, neo-reduccionismo y pluralismo ontológico, dado que en el estado actual de la filosofía de la ciencia, a causa de las fundamentales diferencias ya señaladas, no parecen compartir un campo común de reflexión filosófica. Un modo posible de establecer dicho diálogo es tomando como eje la tríada: *realismo científico, referencia y relaciones interteóricas*, en la medida en que en las discusiones sobre estas tres cuestiones emerge de modo ineludible la preocupación ontológica que considero fundamental para establecer un terreno común de debate.

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Uno de los propósitos centrales del presente trabajo consiste en argumentar que tanto el enfoque que proviene exclusivamente de la filosofía general de la ciencia como el que se limita a las filosofías de las ciencias particulares presentan limitaciones. A la exposición del primero de estos enfoques, enfatizando los argumentos de los realistas críticos que apelan a la continuidad referencial de los términos del vocabulario científico, se destina el **Capítulo I** de la presente tesis, mientras que el **Capítulo III** se dedica a la exposición del segundo de estos enfoques, destacando los argumentos de recientes posiciones neo-reduccionistas. A continuación de cada uno de estos capítulos evaluaré los motivos por los cuales considero inadecuado cada uno de estos enfoques, motivos que en cada caso son distintos, aunque algunos de ellos se solapan. En efecto, ambos enfoques presentan limitaciones por razones diversas y, a la vez, por las mismas razones.

El primero de estos enfoques, en el que se ubican los realistas científicos críticos que apelan a la continuidad referencial de ciertos términos para argumentar en favor del realismo, olvida la ciencia. En primer lugar, puede comprobarse que los análisis provenientes de este enfoque se proponen problemas *a priori*, que no surgen de la consideración de la práctica científica, problemas puramente filosóficos cuyas respuestas en muchos casos vienen determinadas por la adopción de ciertos supuestos filosóficos. Cuando los filósofos realistas analizan ejemplos históricos de teorías científicas, estos ejemplos aparecen como meras anécdotas, forzadas a cumplir con sus *desiderata* filosóficos. En segundo lugar, como he señalado, estas discusiones tienen lugar en el campo trazado por el modo analítico de filosofar. Sumadas estas dos características se obtiene como resultado una filosofía que, como se ha dicho, olvida la ciencia real, la ciencia efectiva y su práctica, así como determinados aspectos de la ciencia que exceden el ámbito de lo lingüístico, debido a la segunda característica señalada. Por otra parte, al rechazar la metafísica por acatar el *dictum* positivista, esta filosofía adopta, sin embargo, supuestos metafísicos implícitos. La crítica basada en estos lineamientos generales será desarrollada

en el **Capítulo II** de este trabajo; allí, además, se explicitarán los supuestos metafísicos que condicionan la mirada realista de la ciencia.

Por su parte, el enfoque propio de las filosofías de las ciencias particulares plantea problemas y propuestas sobre la base de la consideración de las propias disciplinas científicas. Es decir, los filósofos cuyas propuestas configuran este modo de pensar la ciencia atienden a la ciencia real, de manera que los problemas filosóficos que abordan suelen emerger de las propias disciplinas bajo estudio. Sin embargo, olvidan la filosofía en el sentido de que suelen desestimar ciertos problemas ontológicos fundamentales, involucrados en toda consideración seria de las problemáticas científicas. Este enfoque, entonces, corrige el principal limitación del enfoque anterior, pero cae en el olvido de la filosofía, por ejemplo, al negar el problema del realismo o al negarse a abordar problemas referentes a las ontologías de las teorías científicas cuyas interrelaciones analizan. En este contexto, las relaciones entre teorías se analizan meramente en el plano epistemológico o semántico, pero no desde una perspectiva ontológica. Estas posiciones filosóficas, pese a su resistencia al abordaje de cuestiones eminentemente ontológicas, incurren, al igual que la filosofía general de la ciencia, en el error de asumir inadvertidamente ciertos supuestos metafísicos. La crítica a este enfoque será desarrollada en el **Capítulo IV** del presente trabajo, donde también serán explicitados sus supuestos metafísicos implícitos.

Las críticas realizadas a ambos enfoques apuntan a señalar que es necesario atender a la ciencia real, tal como hacen las filosofías de las ciencias particulares. Pero es asimismo necesario abordar cuestiones que son profundamente ontológicas, que no son las que predominan como problemas en la filosofía analítica de la ciencia. Algunos problemas de este tipo son abordados por la filosofía general de la ciencia al preguntarse por el realismo científico y la referencia del lenguaje de la ciencia, es decir, al poner de relieve el problema del vínculo entre lenguaje y mundo. Se reconocen, entonces, ciertas virtudes de ambos enfoques, pero se enfatizan sus dificultades específicas, a fin de argumentar en favor de la idea de que es necesario un nuevo modo de abordar tanto el problema del realismo y la referencia de los términos científicos como el problema de los vínculos interteóricos.

Este trabajo se propone, en términos generales, contribuir a la búsqueda de este nuevo marco filosófico, evaluando si el pluralismo ontológico basado en un realismo de raigambre kantiana puede constituir tal marco. Esta perspectiva debe ofrecer una respuesta filosófica satisfactoria a las dificultades específicas que presentan los dos enfoques aquí rechazados: debe atender a la práctica efectiva de la ciencia y a las teorías científicas, consideradas en su real dimensión y, a la vez, debe abordar los problemas ontológicos involucrados en la ciencia —cuya consideración resulta, a mi entender, ineludible—, aceptando sus propios compromisos, esto es, no suponiéndolos sino explicitándolos. Argumentaré en favor de la idea de que el pluralismo ontológico cumple con ambos requisitos y, por lo tanto, resulta un marco epistemológico adecuado para pensar la ciencia, en general, y las relaciones interteóricas en particular. A la presentación de esta posición se destinará el **Capítulo V**. La fecundidad filosófica de este enfoque se evidenciará en el **Capítulo VI**, en su aplicación a algunos problemas filosóficos tradicionales, así como a un caso de simultaneidad entre teorías científicas supuestamente fundamentales pero incompatibles y al caso de la relación entre dos disciplinas científicas que presuponen ontologías diferentes.

CAPÍTULO I

Realismo y referencia en la filosofía general de la ciencia

En el marco de lo que en este trabajo denominó *filosofía general de la ciencia*, ha tenido lugar una aguerida discusión conocida como el debate entre realistas y antirrealistas científicos. En el presente capítulo indicaré qué se entenderá por *realismo* a lo largo de todo este trabajo, para lo cual será necesario también especificar en qué consiste el antirrealismo. Caracterizaré tres tipos de realismo científico: el metafísico, el semántico y el epistémico. Me detendré en dos posiciones que se enmarcan en el denominado *realismo crítico* y, fundamentalmente, en ciertos argumentos en defensa de tal realismo que apelan a la continuidad de los referentes de los términos científicos a través del cambio teórico. Analizaré cómo conciben los filósofos realistas críticos el problema de la referencia del vocabulario científico, para lo que repasaré las teorías de la referencia de los signos lingüísticos que aparecen involucradas en la discusión, así como los problemas que dichas teorías presentan para la concepción realista. La perspectiva que aquí se define como realismo crítico será analizada con el propósito de señalar, en el siguiente capítulo, sus significativas limitaciones.

1.1 Tipos de realismo

En la filosofía de la ciencia de las últimas décadas ha cobrado relevancia la discusión en torno a si el desarrollo científico debe ser interpretado conforme a una visión realista o si, contrariamente, debe adoptarse una mirada antirrealista de tal desarrollo. Este debate se halla atravesado por una inimaginable variedad de interrogantes filosóficos. Dada esta variedad de problemas y, por ende, de respuestas que a ellos se ofrecen, no es posible delinear una única posición como aquella defendida por quienes sostienen que la ciencia presenta un desarrollo que es racional interpretar de acuerdo con las diversas características que componen una concepción realista. Resulta, sin embargo, necesario para los propósitos

de la presente investigación explicitar qué se entenderá por *realismo científico* a lo largo de este trabajo.

Si bien la discusión entre realistas y antirrealistas científicos se enmarca dentro de los temas que ocupan a los filósofos de la corriente analítica de la ciencia de los últimos años, las preocupaciones filosóficas que atraviesan la discusión trascienden los límites impuestos por este marco. En un sentido muy general, puede afirmarse que en la cuestión del realismo científico se entretajan preocupaciones filosóficas que recorren toda la historia de la filosofía occidental.

De acuerdo con André Kukla (1998), la pregunta fundamental del realismo científico puede formularse así: *¿Podemos saber si existen las entidades inobservables postuladas por las teorías científicas?* Esta pregunta, de este modo formulada, constituye, en primer lugar, una pregunta por los límites del conocimiento humano en general y, en particular, por los límites del conocimiento científico. Por lo tanto, es deudora de la preocupación fundamental instalada por el giro gnoseológico de la modernidad. En segundo lugar, parece inevitable que esta pregunta conduzca a la cuestión de la verdad de las leyes científicas. Si la verdad es entendida (como es habitual en diversas visiones realistas) como una propiedad que depende de la relación entre lenguaje y realidad, es necesario, para reflexionar sobre ella, atender a la cuestión del lenguaje científico. Por lo tanto, la pregunta fundamental del realismo recoge también el espíritu del giro lingüístico del siglo XX. Pero, en tercer lugar, opera como fondo de la discusión entre realistas y antirrealistas el problema central de la filosofía antigua y medieval: el problema de cuál es la naturaleza de los entes básicos del mundo. Al preguntarnos si es posible saber si existen las entidades teóricas de las que nos habla la ciencia, no pueden evadirse las preguntas ontológicas por la existencia misma de esas entidades y por su naturaleza. De modo que la preocupación metafísica tradicional por *las cosas mismas*, problema originario de la filosofía, está presente también en el debate.

Sobre esta base, comenzaré por señalar que el término 'realismo' ha sido utilizado al menos con tres sentidos diferentes: en relación con el problema de los universales, como opuesto a 'nominalismo'; en relación con el problema de los términos teóricos de la ciencia, como opuesto a 'instrumentalismo'; y en un sentido filosófico más general,

referido a la existencia y el acceso a una realidad externa al sujeto. Como veremos, el realismo científico se relaciona principalmente con los dos últimos sentidos; si bien en algunas ocasiones también intervienen algunas referencias al primero de ellos.

En el caso de su acepción filosófica general, pueden distinguirse también diferentes formas de realismo. En primer lugar, cabe señalar el *realismo mínimo*, esto es, la posición que admite una realidad externa cuya existencia es totalmente independiente del sujeto cognoscente. Quienes niegan el realismo mínimo adoptan algún tipo de idealismo como, por ejemplo, el subjetivo (Berkeley) o el absoluto (Hegel).

Sobre la base de un realismo mínimo, tres aspectos relevantes de la cuestión –el metafísico, el semántico y el epistémico– resultan útiles para trazar una distinción habitual entre tres tipos de realismo. Tanto Kukla (1998) como Ilkka Niiniluoto (1999) distinguen entre *realismo metafísico*, *realismo semántico* y *realismo epistémico*¹. Caracterizaré someramente cada uno de estos tres tipos de realismo, para lo cual estableceré, en primer lugar, los problemas de los que cada uno de ellos se ocupa.

Los problemas ontológicos fundamentales de los que se ocupará el realismo metafísico son los problemas de cuáles entidades son reales, y si existe un mundo independiente de la mente del sujeto *qua* sujeto cognoscente. El problema semántico es el problema de si la verdad constituye una relación objetiva entre el lenguaje y el mundo. Y el problema epistémico es el problema de si el conocimiento acerca del mundo es posible. La distinción establecida no corresponde exclusivamente al realismo científico, sino que puede considerarse una distinción del realismo como posición filosófica general. No obstante, dado que es el realismo científico el que interesa en este trabajo, a continuación me ocuparé de caracterizar exclusivamente el realismo *científico* en sus aspectos metafísico, semántico y epistémico.

El *realismo científico en su aspecto metafísico* supone, en primer lugar, que la realidad que la ciencia intenta describir y explicar es independiente de la mente del sujeto en tanto sujeto cognoscente. En segundo lugar, admite que el mundo de los objetos que

¹ Los autores mencionados establecen también otras distinciones dentro de la posición realista –así como dentro de la posición que suele denominarse “antirrealismo”– que no consideraré aquí.

podemos percibir mediante los sentidos es más reducido que el mundo en su totalidad, de modo que existen las entidades teóricas (no observables) postuladas por las teorías científicas. En otras palabras, en su aspecto metafísico, el realismo científico también adopta una postura realista respecto del problema de la referencia de los términos teóricos, oponiéndose así al instrumentalismo.

Según el *realismo científico en su aspecto semántico*, el lenguaje de la ciencia debe ser comprendido literalmente, es decir, los enunciados acerca de entidades teóricas deben entenderse de manera literal (Kukla 1998). En consecuencia, la verdad es una relación objetiva entre lenguaje y realidad (Niiniluoto 1999). De acuerdo con el realismo científico, entonces, todos los enunciados de la ciencia tienen valor de verdad.

El *realismo científico en su aspecto epistémico*, por su parte, se refiere a la posibilidad de saber cuál es el valor de verdad de las afirmaciones científicas. Por supuesto, así formulado, este aspecto puede dar lugar a diferentes posturas que se distinguen entre sí según su grado. El realismo epistémico más fuerte sostiene que sabemos que nuestras mejores teorías científicas actuales son verdaderas. Esta forma de realismo suele apoyarse en el llamado “argumento del no-milagro”, según el cual el realismo es la única postura filosófica que no convierte el éxito de la ciencia en un milagro (Putnam 1975a, 1978). A esta posición extrema, se ha opuesto uno de los clásicos argumentos antirrealistas, el denominado argumento de la “metainducción desastrosa” (Putnam 1978) o “metainducción pesimista” (Laudan 1981), según el cual, dado que todas las teorías del pasado fueron consideradas falsas, puede esperarse que la ciencia futura considerará falsas nuestras teorías actuales. Esta objeción ha llevado a muchos filósofos realistas a debilitar su posición y afirmar que las mejores teorías actuales son aproximadamente verdaderas. Pero algunos autores sostienen que la tesis debilitada no se sustrae a la metainducción pesimista y, además, critican la oscuridad de la noción “aproximadamente verdadero” (Laudan 1981). El tercer grado de realismo epistémico sostiene que estamos racionalmente autorizados a creer que nuestras mejores teorías son verdaderas o aproximadamente verdaderas; según Kukla (1998) el movimiento desde el conocimiento hacia la creencia racional sitúa la tesis más allá del alcance de la metainducción desastrosa. Por último, un cuarto grado de

realismo epistémico afirma que es lógica y nomológicamente posible alcanzar un estado que garantice la creencia en una teoría; esta posición constituye el realismo epistémico mínimo (Leplin 1997).

Hasta aquí me he referido al realismo científico. Pero también es importante señalar en qué sentido los *antirrealistas científicos* son antirrealistas. Ian Hacking describe el debate entre realistas y antirrealistas científicos de un modo ocurrente: “El realista científico dice que los mesones y los muones son tan ‘nuestros’ como los monos y las albóndigas. Todas esas cosas existen. Sabemos algunas verdades acerca de cada una de esas clases de cosas y podemos encontrar más. El antirrealista discrepa. Según la tradición positivista, desde Comte hasta van Fraassen, podemos conocer el comportamiento fenoménico de las albóndigas y de los monos, pero hablar de muones es cuando mucho una construcción intelectual para la predicción y el control. Los antirrealistas acerca de los muones son realistas respecto de las albóndigas” (Hacking 1983, p. 95). Esto significa que se trata de un debate sobre el realismo en el marco de la distinción teórico-observacional y, por tanto, acerca del realismo como opuesto al instrumentalismo.

En general, los realistas científicos sostienen que los objetos, estados y procesos que postulan ciertas teorías científicas realmente existen, y que las teorías tienen un valor de verdad en el sentido de la correspondencia. Entre ellos puede identificarse un grupo radical, el de los realistas “cientificistas”, que sostienen el carácter absoluto del conocimiento científico, especialmente de aquel que proviene de las teorías de la física: son quienes convierten la física en metafísica. En el caso de las mesas de Eddington, la mesa de madera del hombre común y la mesa del científico, con sus propiedades inobservables e incompatibles con las de la mesa de madera, el científicista negará la existencia de la primera mesa: en sentido estricto, la concepción del hombre común acerca de los objetos materiales de tamaño medio es falsa. Wilfrid Sellars denomina esta concepción “la imagen manifiesta” contraponiéndola a la “imagen científica” del mundo (Sellars 1962).

El antirrealista científico, en cambio, rechaza el compromiso ontológico con las entidades teóricas no observables, y considera que las teorías que hablan de ellas sólo son herramientas del pensamiento que nos permiten predecir y producir sucesos que nos

interesan en el nivel de lo observable: las teorías pueden ser empíricamente adecuadas, útiles, aplicables, o estar razonablemente justificadas, pero no podemos considerarlas –ni siquiera a las teorías más exitosas– como descripciones literalmente verdaderas acerca del mundo. No obstante, desde ambos frentes del debate realismo-antirrealismo científico se comparte la aceptación de un compromiso ontológico fuerte respecto del ámbito de lo observable; incluso el antirrealista científico considera que lo dado en la percepción sensorial posee un estatus privilegiado en virtud de nuestra forma de acceso epistémico. Esta observación será central cuando adoptemos una postura crítica acerca del modo mismo en que el debate realismo-antirrealismo se formula tradicionalmente.

Para los propósitos del presente trabajo no interesa realizar un recorrido exhaustivo por las distintas posiciones filosóficas que adoptan alguna o varias de estas tesis, ya sea que las acepten tal como las hemos caracterizado, o bien matizándolas. Algunos autores sostienen que algunas de estas tesis pueden defenderse independientemente de la adopción de otras de ellas; otros, por el contrario, afirman que existen vínculos lógicos entre ellas, de modo que el compromiso con alguna de estas tesis conduce necesariamente al compromiso con algunas otras (*cf.* Devitt 1984). Debe quedar claro, empero, que este recorrido exhaustivo es dejado de lado deliberadamente, y ello por dos motivos. En primer lugar, la exposición detallada de las variadas posiciones filosóficas que han intervenido en el debate entre realistas y antirrealistas ya ha sido realizada en la literatura filosófica sobre el tema, de modo que nada aportaría al debate ni a mi tesis recopilar y describir una vez más tales posiciones. En segundo lugar, sólo algunos aspectos particulares del realismo científico resultan relevantes dados los propósitos de mi trabajo; a dichos aspectos me dedicaré en lo que sigue.

1.2 El realismo científico crítico

En el presente trabajo adoptaré como punto de partida ciertos argumentos propuestos por los filósofos realistas a fin de defender el realismo, en particular, los argumentos que apelan al problema del *vínculo referencial* entre el *lenguaje* de la ciencia y los *ítems* que pueblan el mundo. Me centraré en la argumentación de quienes sostienen que, para

defender una adecuada visión realista de la ciencia, es necesario examinar y dar cuenta satisfactoriamente del vínculo que se establece entre los términos fundamentales de las teorías científicas y las entidades, procesos, propiedades, estados de cosas que habitan la realidad. Dentro de los variados argumentos que ofrecen los realistas para defender su posición, algunos de ellos pretenden hallar fuertes razones en la dilucidación de este problema semántico. Y el aspecto particular del realismo científico que aquí intento recoger y discutir es el de las implicaciones filosóficas que tiene aceptar la tesis realista según la cual el lenguaje de distintas teorías científicas, a pesar de sus variaciones, *habla* de la misma realidad, de las mismas entidades.

Dos autores que apelan explícitamente a esta estrategia argumentativa son Stathis Psillos (1999) e Ilkka Niiniluoto (1999), entre otros. Ellos sostienen una visión realista de la ciencia que consideran *crítica*, en la medida en que defienden un realismo científico no ingenuo, esto es, una posición que ha revisado las críticas y argumentos esgrimidos contra el realismo y ha incorporado algunas de estas objeciones.

Niiniluoto sostiene que el realismo científico crítico es la posición filosófica de acuerdo con la cual, en primer lugar, al menos parte de la realidad es independiente de la mente del sujeto cognoscente. En este sentido, asume un realismo metafísico al menos respecto de cierto dominio de lo real. Dicho dominio no se caracteriza por ser observable, puesto que Niiniluoto acepta la existencia de las entidades teóricas postuladas por las teorías científicas exitosas. Por su parte, Psillos también asume un realismo metafísico fuerte en la medida en que supone que el mundo presenta una estructura de clases naturales objetiva. Tal estructura, afirma Psillos, es independiente de la mente humana y es definitiva. Esto último significaría que es inmune al contexto, a la intervención y al conocimiento humano: la realidad independiente del sujeto está definida de una vez y para siempre.

En cuanto al aspecto semántico, de acuerdo con el realismo científico crítico defendido por Niiniluoto, la verdad es una relación objetiva entre lenguaje y realidad; las nociones de verdad y falsedad son en principio aplicables a cualquier producto lingüístico involucrado en la ciencia; y los enunciados que afirman la existencia de las entidades

teóricas tienen valor de verdad. Además –y esta constituye una de las apuestas más fuertes del realista crítico– el conocimiento científico actual es considerado tentativamente verdadero o verosímil. Niiniluoto apela a las nociones de verdad aproximada y verosimilitud porque, de acuerdo con el autor, estas nociones indican que un enunciado puede ser falso, pero aun así, cercano a la verdad. De este modo, la posición de Niiniluoto evidencia un estrecho vínculo entre realismo metafísico y realismo semántico. Psillos, en consonancia con la idea de verosimilitud, caracteriza su posición realista como aquella según la cual “las teorías científicas maduras y genuinamente exitosas deberían ser aceptadas como cercanas a la verdad” (Psillos 1999, p. xvii). El autor sostiene que las afirmaciones teóricas de la ciencia no se reducen a afirmaciones sobre observables, y que los términos teóricos de las teorías científicas tienen referencia factual, al menos tentativa: si las teorías científicas son verdaderas, las entidades inobservables que postulan efectivamente habitan el mundo. En la visión de la ciencia que presenta Psillos, también se manifiesta el vínculo entre los aspectos metafísico y semántico del realismo.

Desde el punto de vista epistémico, para el realista crítico la verdad no es fácilmente accesible o reconocible. Niiniluoto se sitúa así en un marco general falibilista, en la medida en que afirma que nuestras mejores teorías pueden ser falsas. Sin embargo, sostiene, podemos aproximarnos a la verdad por medio de la ciencia, es posible la progresiva aproximación a la realidad independiente de la mente con pretensión de verosimilitud. Según Psillos, la verdad tampoco es accesible en términos absolutos, pero la perspectiva epistémica de su realismo crítico se compromete con la idea de que las teorías científicas maduras y con éxito predictivo están bien confirmadas y son aproximadamente verdaderas acerca del mundo. Dada, entonces, la verdad aproximada de las afirmaciones teóricas de la ciencia, las entidades postuladas por ella (o al menos, entidades muy similares a las postuladas por ella) se encuentran en el mundo.

Si bien el realismo crítico de Psillos y Niiniluoto presenta los tres aspectos propios del realismo científico comentados en la sección anterior, ambos autores tienden a concentrarse en las cuestiones semánticas. Según Psillos, si se acepta un concepto no epistémico de verdad, entonces se puede afirmar que las afirmaciones tienen condiciones

veritativas, y estas dependen, en última instancia, de cómo es el mundo. Además, un concepto no epistémico de verdad ofrece la mejor manera de captar la intuición según la cual el discurso científico es acerca de un mundo independiente de la mente humana, que “es un mundo cuya estructura y cuyo contenido son lógica y conceptualmente independientes de los estándares epistémicos que la ciencia usa para evaluar teorías” (Psillos 1999, p. xxi). Queda claro que aquí Psillos se encuentra discutiendo con las posiciones antirrealistas que adoptan concepciones no-correspondentistas de la verdad, en particular, se vuelcan hacia la adopción de teorías coherentistas y pragmatistas de la verdad. Según estas visiones, la verdad no depende de que el mundo nos ofrezca un estado de cosas que satisface lo que afirma un enunciado, lo cual constituye la intuición fundamental en la verdad como correspondencia. De acuerdo con la concepción realista de la ciencia que defienden tanto Psillos como Niiniluoto, por el contrario, la noción de verdad que debe aceptarse es la ofrecida por una teoría semántica, interpretada en clave correspondentista, según la cual la verdad depende de una relación entre lenguaje y mundo, relación en la cual es el polo del mundo el que tiene la última palabra. Porque la verdad es entendida como una relación asimétrica entre lenguaje y mundo: asimétrica porque va del mundo al lenguaje y no a la inversa. Según Niiniluoto, además, el progreso cognitivo consistente en la aproximación a la verdad puede ser evaluado racionalmente: reeditando el argumento del no-milagro en una nueva versión, el autor sostiene que la mejor explicación del éxito de la ciencia consiste en asumir que las teorías científicas son de hecho aproximadamente verdaderas o verosímiles en sus aspectos relevantes.

Es precisamente desde esta perspectiva, que concentra la atención en los aspectos semánticos del realismo, que el realismo científico crítico de Psillos y Niiniluoto se ocupará del problema de la relación entre lenguaje y realidad, es decir, del problema de la referencia, instaurándolo como una cuestión central para la defensa del realismo científico.

1.3 Teorías descriptivista y causalista de la referencia

El problema semántico de la relación que mantienen los signos lingüísticos del vocabulario científico con sus pretendidos denotados o referentes² constituye una entre tantas cuestiones filosóficas que configuran la variada trama de problemas involucrados en el debate entre los defensores de una concepción realista de la ciencia y sus detractores, los antirrealistas. Al problema semántico —el problema del vínculo referencial entre las expresiones de un lenguaje y ciertos ítems extralingüísticos—, la filosofía analítica del siglo XX ha ofrecido diversas respuestas. Cada una de ellas pretende explicar o dilucidar el modo en que una expresión denota o refiere a un determinado ítem: individuo, clase de individuos, propiedad, hecho, estado de cosas, etc. No analizaré aquí las distintas teorías de la referencia en la medida en que no constituye mi investigación una contribución al ámbito propio de la filosofía del lenguaje. Sólo me ocuparé del papel que, según algunos filósofos realistas, cumple la cuestión de la referencia de los términos de la ciencia en la defensa del realismo.

En el apartado anterior he caracterizado brevemente el realismo científico crítico defendido por autores como Psillos y Niiniluoto. Ambos autores realizan un prolijo recorrido por las distintas teorías de la referencia para finalmente proponer, en cada caso, una teoría propia que consideran una explicación adecuada del mecanismo referencial de los términos teóricos y términos de clases naturales involucrados en las teorías científicas. Ambos están convencidos, asimismo, de que la correcta explicación de dicho mecanismo puede resultar fuente de razones sólidas para una defensa argumentativa filosóficamente interesante del realismo científico crítico que propugnan. Veamos de qué modo, entonces, las teorías tradicionales de la referencia aparecen en los argumentos de estos autores en favor del realismo.

La idea de que la existencia de teorías científicas distintas implica, en algunos casos, un cambio en la realidad que la ciencia pretende conocer a través de sus descripciones representa un severo desafío para el realismo. Resulta sencillo comprometerse con una posición antirrealista respecto del desarrollo de la ciencia si se acepta la tesis de la

² Aquí utilizaré los términos 'denotación' y 'referencia' de modo indistinto.

inconmensurabilidad radical de las teorías científicas, de acuerdo con la cual la diversidad teórica conlleva la variación radical de los significados de los términos involucrados en ellas, variación que acarrea, asimismo, un cambio en los objetos pretendidamente denotados o referidos por dichos términos (*cfr.* Kuhn 1962, Feyerabend 1962). De aceptar esta tesis, resulta imposible sostener que la ciencia presenta un desarrollo progresivo signado por la continuidad. Tal aceptación representa el menoscabo de la posibilidad de que las teorías científicas, a medida que se suceden en el tiempo, constituyan mejores representaciones del mundo, y socava incluso la posibilidad de suponer que diversas teorías expliquen, o pretendan explicar, el *mismo* mundo. Los realistas científicos críticos, por su parte, insisten en sostener que la ciencia, a medida que avanza, configura mejores imágenes del mundo, y que las teorías posteriores son más adecuadas que aquellas que sufrieron el abandono por parte de la comunidad científica, en el sentido de que las nuevas teorías están más próximas a la verdad. Por lo tanto, los filósofos realistas se ven obligados a desplegar una variedad de argumentos para dar respuesta a los desafíos que suscita la aceptación de la idea de la variación de los ítems denotados por los términos de las teorías científicas cuando tiene lugar el cambio teórico.

He señalado que, en las estrategias realistas que analizaré, la elucidación de la cuestión de la referencia de los términos científicos (teóricos y de clases naturales) es considerada condición de posibilidad de una defensa del realismo científico. ¿Por qué? En la filosofía general de la ciencia se acepta que, con el cambio de teoría, cambian los significados de algunos términos: realistas y antirrealistas están de acuerdo en este punto. Pero los antirrealistas extraen una consecuencia drástica de ello, consecuencia que los realistas se rehúsan a aceptar. Los antirrealistas afirman, como se ha dicho, que la variación del significado de algunos términos implica la variación de los referentes. Los realistas pretenden combatir esta idea afirmando que, si bien varían los significados de algunos términos, los referentes de los mismos permanecen. Pero si se comprometen a sostener que una teoría abandonada refería a cierto sector de la realidad y que la teoría particular que la reemplaza refiere a esa misma porción de realidad, deben entonces explicar cómo es posible que ambas refieran a lo mismo a pesar de haber variado sus afirmaciones

fundamentales. En otras palabras, los realistas deben enfrentarse a la tarea de argumentar en favor de la idea de la *permanencia de la referencia a través del cambio teórico*.

Es precisamente en este contexto que los filósofos realistas evalúan las posibles respuestas a la cuestión del vínculo referencial términos-entidades conforme su cercanía o lejanía respecto de dos concepciones fundamentales de la referencia de los términos: la teoría *descriptivista* de la referencia, formulada originalmente por Gottlob Frege (1892) y adoptada por autores como Bertrand Russell (1905), John Searle (1958) y Peter Strawson (1959) en diferentes formulaciones o variaciones, y la teoría *causalista* de la referencia, formulada originalmente por Saul Kripke (1980) y Hilary Putnam (1975b) en su primera época. Los filósofos realistas sostienen que es necesario analizar las consecuencias filosóficas de la adopción de estas teorías para su aplicación al lenguaje de la ciencia; consecuencias que resultan en una defensa o detracción del realismo científico. A continuación presentaré brevemente ambas tradiciones, y en la próxima sección describiré los problemas o ventajas que cada una presenta en relación con la defensa del realismo científico.

La concepción descriptivista de la referencia de los términos fue formulada por Frege en el contexto de su teoría del significado de los nombres propios, según la cual el significado de un nombre propio involucra dos dimensiones: la *referencia* o *denotación* y el *sentido* o *connotación*. La dimensión de la referencia o denotación es el objeto o entidad extralingüística denotada por el término en cuestión: el referente del término. El sentido, por su parte, es definido por Frege como el modo en el cual el referente se presenta. La dimensión del sentido está constituida por la descripción de cierta propiedad que permite identificar el objeto, esto es, permite determinar la referencia del término. El sentido de un término es, entonces, una descripción definida asociada con el término. Este aspecto de la teoría de la referencia de Frege resulta de crucial importancia para su extrapolación a cuestiones de filosofía de la ciencia: es el sentido (la connotación) de un término lo que determina la referencia (denotación) del mismo. Según esta concepción de la referencia, un término refiere a un objeto si y sólo si la descripción asociada con el término (el sentido) es verdadera respecto de ese objeto y no de otro. Hay un aspecto epistémico que resulta

fundamental en la determinación de la denotación: el éxito referencial (la correcta identificación del objeto denotado) depende de cuánto sepa la comunidad lingüística competente acerca de un determinado individuo real, conocimiento que se recoge en la descripción definida o sentido. Cabe aclarar que Frege formula esta teoría para los nombres propios del lenguaje natural en clara oposición a la teoría de la referencia de John Stuart Mill (1867) para este tipo de términos, dado que de acuerdo con este último, el significado de los nombres propios se agota en el individuo referido, esto es, los nombres propios son términos exclusivamente denotativos. Ahora bien, de acuerdo con Frege, los signos del lenguaje que no constituyen nombres propios funcionan como este tipo de nombres, es decir, tienen connotación y denotación; todas las expresiones del lenguaje son concebidas bajo el modelo de los nombres propios (*cf.* Orlando 1999). Los filósofos realistas toman esta teoría de Frege para su extrapolación al lenguaje científico³.

En oposición a la concepción descriptivista, Kripke formula una teoría causalista de la referencia. De acuerdo con esta teoría, la relación que los términos tienen con sus objetos denotados es una relación directa, no mediada por ninguna otra instancia. Que un objeto determinado constituya el referente de un término se explica apelando a la idea de causalidad: hay un vínculo causal que determina la referencia. La relación causal tiene lugar en el mecanismo de fijación de la referencia de un término, el “bautismo inicial” o “evento introductorio”, y en una cadena causal, situada históricamente, que constituye el mecanismo de transmisión del término entre los hablantes. Según Kripke, los términos del lenguaje que se comportan de este modo son los denominados “designadores rígidos”: nombres propios, términos de clases naturales y algunas descripciones matemáticas. Un designador rígido designa o refiere al mismo objeto en todo mundo posible en el que el objeto existe. Designadores rígidos y descripciones funcionan de modos diferentes: aquellos garantizan la permanencia de la referencia a través de los mundos posibles, mientras que las descripciones sólo garantizan la permanencia de la referencia en tanto y en cuanto el objeto satisfaga las propiedades recogidas en la descripción. Los designadores rígidos, entonces, denotan directamente sus referentes, sin que medie en esta relación la

³ Sin duda, esta escueta presentación no agota el tema, pero resulta suficiente para analizar las consecuencias filosóficas de la extrapolación de la teoría fregeana al lenguaje científico que realizan los filósofos realistas.

adscripción de ninguna propiedad. A diferencia de lo que ocurría con los nombres propios para Frege, los designadores rígidos no presentan una dimensión epistémica: refieren directamente a sus denotados sin que sea necesaria ninguna descripción verdadera para la apropiada relación referencial entre término y referente. Que la naturaleza del vínculo referencial aparezca despojada de todo aspecto epistémico posibilita que todas las creencias que asociemos con un término sean falsas, situación que en nada modifica aquel vínculo entre término y objeto, que se mantiene inalterable.

¿Cuáles son los términos de la ciencia cuya referencia se pretende explicar por medio de la aplicación de estas teorías de la referencia? En primer lugar, es necesario aclarar que los autores realistas suelen adoptar, sin inconvenientes, la distinción tradicional –muy cuestionada por Thomas Kuhn y Paul Feyerabend, entre otros filósofos exponentes de la “nueva filosofía de la ciencia”– entre términos observacionales (o términos empíricos) y términos no observacionales (o términos teóricos). Asumen que el discurso de la ciencia contiene enunciados teóricos, esto es, enunciados que contienen términos que hacen referencia a entidades teóricas, entidades cuya captación directa (mediante los sentidos o mediante instrumentos de medición simples) no es posible. Por otra parte, el lenguaje observacional es considerado un lenguaje compuesto por enunciados empíricos, es decir, enunciados que contienen sólo términos observacionales, los cuales refieren a entidades a las que sí es posible el acceso perceptivo. En la línea de los filósofos tradicionales de la ciencia, entonces, en general los realistas admiten la distinción teórico-observacional adjudicando, asimismo, un papel fundamental a las reglas de correspondencia o enunciados puente, que son enunciados que contienen tanto términos teóricos como términos observacionales (*cf.* Brown 1983). Aceptan que las teorías científicas más importantes a lo largo de la historia de la ciencia están formuladas en lenguaje teórico: las leyes fundamentales de la ciencia describen y explican un mundo que no es perceptible a ojo desnudo. La discusión que versa sobre el lenguaje científico se aplica, precisamente, a estas leyes. De manera que el problema fundamental que los realistas pretenden resolver es el problema de los términos teóricos –no observacionales– que han estado involucrados en las leyes científicas fundamentales a lo largo de la historia de la ciencia.

Finalmente, cabe señalar que, si bien suele adoptarse la expresión 'términos teóricos' para plantear el problema del lenguaje de la ciencia, en ocasiones los realistas diferencian entre términos teóricos, que incluyen los términos que refieren a entidades inobservables (por ejemplo, 'electrón') y los que funcionan como términos de magnitudes físicas (por ejemplo, 'masa'), y términos de clases naturales (por ejemplo, 'mamífero'), entre los cuales se encuentran también los términos de masa (por ejemplo, 'agua'). Cuando se establece esta distinción, el problema semántico de la referencia de los términos versa tanto sobre los términos teóricos como sobre los términos de clases naturales.

1.4 Referencia y realismo

¿Qué concluyen los filósofos realistas a partir de la aplicación de estas teorías a los términos de la ciencia? Aplicada a los términos teóricos o no observacionales, la visión descriptivista de la referencia permite afirmar que un término t que tiene lugar en la teoría T refiere a un objeto x si y sólo si el objeto x satisface las afirmaciones de T que contienen el término t (es decir, si y sólo si las afirmaciones de T en las que aparece t son verdaderas respecto de x). Según la crítica realista, aceptar esta teoría en su formulación pura conduce a la aceptación de la tesis de la inconmensurabilidad en los casos en los cuales dos teorías T y T' hacen afirmaciones incompatibles relativas a t porque, en esos casos, ningún objeto x satisfaría ambas teorías T y T' . Habría que concluir, en virtud de esto, que dos teorías rivales, o dos teorías sucesivas conflictivas que contienen un mismo término, relativamente al cual realizan afirmaciones incompatibles, en realidad no hablan del mismo mundo. Para ejemplificar esta idea, Niiniluoto señala el caso del término 'masa': la mecánica clásica habla de la "masa newtoniana", mientras que la mecánica relativista habla de la "masa einsteiniana". Por lo tanto, las transiciones teóricas en ciencia no presentarían continuidad ontológica en tanto no preservarían la referencia.

Algunos autores intentan escapar a estas conclusiones indeseables para el realismo. Por ejemplo, en contra de esta idea Israel Scheffler (1967) argumenta que, si se acepta la teoría descriptivista, la invariabilidad de la referencia resulta compatible con la variabilidad del significado. Dos términos con distinto significado pueden ser correferenciales; la

mecánica clásica y la mecánica relativista hablan de lo mismo: el término 'masa' en ambas mecánicas refiere a la misma cantidad masa, aunque la primera afirma, erróneamente, que la masa es independiente del movimiento. Pero según Niiniluoto esto no es así; la concepción fregeana de la referencia, considerada estrictamente, no permite afirmar la invariabilidad de la referencia, sino que, por el contrario, conduce a afirmar que cada teoría habla de las entidades que ella misma define por medio de sus descripciones. De aceptar que esta consecuencia indeseable se sigue de la aplicación de la teoría descriptivista a los términos de la ciencia, y en la medida en que el realista se siente obligado a defender la idea de la continuidad interteórica de la referencia, se evidencia la necesidad, según el autor, de reformular la teoría fregeana.

Sin embargo, algunos elementos de la concepción descriptivista serán retomados, tanto por Niiniluoto como por Psillos, en sus propias teorías de la referencia. Un aspecto muy general que de la concepción descriptivista resulta ventajoso, según Niiniluoto, es el hecho de que el fenómeno del significado aparezca desdoblado: al distinguir dos elementos en la constitución del significado, es posible pensar que uno de ellos (el sentido) varíe, mientras el otro (el referente) permanece. Pero es necesario abandonar la idea de que es el sentido el único determinante del referente, porque de este modo no es posible defender la idea de la continuidad referencial. En síntesis, la concepción descriptivista falla en cuanto a la explicación de la continuidad referencial interteórica, pero posibilita pensarla.

La concepción causalista de la referencia es considerada, tanto por Psillos como por Niiniluoto, más adecuada para su aplicación al vocabulario científico, en la medida en que permite defender la idea de la permanencia de la referencia a pesar de la variación teórica. Se considera que la teoría garantiza la permanencia de la referencia al ofrecer una respuesta satisfactoria a la tesis de la inconmensurabilidad. La concepción causalista responde a esta tesis trazando una distinción entre afirmar que existe una entidad a la que un término refiere, por un lado, y, por otro, descubrir la naturaleza precisa de esa entidad y ofrecer, por lo tanto, una descripción verdadera asociada con el término que refiere a ella. Las creencias respecto de una entidad, según Putnam, tienden a cambiar y se van corrigiendo en la medida en que las interacciones que los hablantes tienen con la misma se van completando;

de este modo, avanza el conocimiento que se tiene de la naturaleza de la entidad. El hecho de que las creencias acerca de una entidad teórica o una clase (el referente de un término) sean incompletas, erradas en parte o completamente falsas, no altera la relación referencial entre término y objeto. De esta manera puede observarse cómo, de aceptar la imagen que ofrece Putnam de la introducción de un término y de su relación referencial con el denotado, puede afirmarse que es posible que nuestras creencias cambien, en parte o completamente, y que no obstante la referencia del término se mantenga. Debido a la distinción establecida por la teoría causalista entre la existencia de una entidad y el descubrimiento de qué es esa entidad (esto es, su naturaleza), se considera que el hecho de que una entidad exista no está sujeto a cambio; lo que está sujeto a cambio es lo que se considera que sea la naturaleza de esa entidad.

En relación con la elucidación del problema de la variación teórica, la teoría causalista permite, entonces, pensar que existe continuidad referencial entre una teoría pasada y su sucesora, en la medida en que los términos fundamentales de ambas refieren a los mismos objetos, sólo que, si la anterior fue rechazada, esto se debe a que ofrecía descripciones incorrectas acerca de la naturaleza de esos objetos, no obstante exitosamente referidos. De acuerdo con esta concepción, la teoría posterior brinda una mejor descripción de la naturaleza del objeto en cuestión. En este sentido, puede defenderse la idea de progreso subyacente a la intuición realista: la ciencia avanza a través de descripciones más correctas de los mismos objetos y, de este modo, se incrementa nuestro conocimiento del *mismo mundo*. Si aceptamos esto, no habría ya lugar para la tesis de la inconmensurabilidad; por el contrario, la teoría causalista brinda apoyo a la idea de que, a pesar de que varíe nuestro conocimiento, la referencia de los términos fundamentales de las teorías científicas permanece a través de esos cambios. Un término t contenido en dos teorías T y T' puede referir al mismo objeto x aun cuando las afirmaciones de T y T' relativas a t sean incompatibles. El criterio de identidad referencial a través de los mundos posibles que propone la teoría causalista para los designadores rígidos puede ser traducido como criterio de identidad referencial de los términos científicos a través del cambio teórico, es decir, a través de la sucesión temporal de teorías: independientemente del hecho de que las propiedades que son recogidas en una descripción no se puedan adscribir

correctamente a un objeto –este sería el caso de una teoría rechazada del pasado, de una teoría falsa–, dicho objeto, de todos modos, era el referente del mismo término que aparece en una teoría posterior, aun cuando esta teoría también pueda fracasar en la identificación de las propiedades que el objeto efectivamente tiene. La teoría kripkeana puramente causalista garantiza la permanencia de la referencia a través de las modificaciones de creencias que tienen lugar en el cambio científico.

Si bien la adopción de la teoría causalista de la referencia presenta importantes ventajas respecto de la teoría descriptivista, no por ello carece de problemas para una seria defensa del realismo científico. Es necesario, para comprender estas críticas, explicar algunos aspectos más de la teoría causalista, tal como ha sido formulada por Kripke y Putnam. He señalado que la causalidad interviene en el momento en el cual se fija el referente de un término –el “bautismo inicial”, según Kripke–, y a lo largo de la cadena causal mediante la cual el término es transmitido. Putnam aplica la misma idea al caso de los términos de clases naturales, donde la referencia se determina del siguiente modo: se identifica ostensivamente un objeto –en esto consiste el “evento introductorio”, según Putnam–, se asocia con él un nombre y se afirma que ese nombre se aplica a todos aquellos objetos que tienen la misma naturaleza que aquel. En el evento introductorio, entonces, un término es vinculado con una sustancia o con una clase cuando están presentes muestras de esa sustancia o instancias de esa clase. Son las *cosas dadas existencialmente* las que permiten fijar la referencia. Los hablantes ausentes en el evento introductorio adoptan el término, y esta adopción preserva la referencia si esos hablantes están conectados con el evento introductorio por medio de alguna cadena causal de transmisión del término. Del mismo modo se fijan para Putnam los referentes de los términos de magnitudes físicas. Frente a ciertos fenómenos observables, se supone que existe una magnitud física que causa dichos fenómenos. Es posible asociar con el término una descripción, que consiste en un relato causal, de la magnitud postulada y de las propiedades en virtud de las cuales ella causa sus efectos observables. Sin embargo, esta descripción inicial de la naturaleza del agente causal, tal como sostiene Kripke, puede no ser completa y puede, incluso, ser falsa. Pero, de todos modos, se ha introducido un referente existencialmente, y ese referente es la entidad responsable causalmente de los efectos observables.

¿Qué problemas presenta la concepción causalista para la defensa del realismo? Psillos señala, en primer lugar, que en el caso de la fijación de la referencia de un término de clase, en el evento introductorio la ostensión no es suficiente, dado que el término pretende nombrar la clase y no una instancia particular de la misma. Podría afirmarse que la extensión de un término de clase incluye todos aquellos objetos que tienen la misma *estructura interna* que los dados ostensivamente. Pero el problema que surge en este caso es que no hay manera de determinar qué es lo que constituye la estructura interna de los miembros de una clase que no sea a través de las teorías que tenemos y, por lo tanto, de ciertas *descripciones*. No podemos afirmar que es una clase natural la que constituye la referencia de un término de clase si no confiamos en las descripciones teóricas de la estructura interna de los miembros de la clase. Los defensores de la teoría causalista aceptarían esto; argumentarían que, de todos modos, no son nuestras creencias, no son las descripciones teóricas las que determinan la referencia, sino la estructura interna –sea esto lo que sea– de los miembros de la clase. Pero Psillos señala que postular una clase natural no equivale a postular un “lugar vacío” para cualquier descripción teórica de esa clase “dada existencialmente”. La postulación de una clase natural con determinada estructura interna tiene que estar ligada a una descripción de las propiedades que constituyen esa estructura interna; por lo tanto, si no existe una clase que presente esas propiedades, entonces debemos admitir que el término que se consideraba que refería a esa clase, en realidad, no refiere.

Otro inconveniente de la teoría causalista es el que se presenta en la determinación de la referencia de un término teórico a través del evento introductorio. Niiniluoto se pregunta cuál podría ser el evento tal que da nombre, por ejemplo, a una partícula elemental inobservable o a un evento mental. En este caso, la ostensión no es posible. Putnam afirma que un término teórico refiere a una entidad determinada si hay una cadena causal que conduce a una situación en la cual se ofrece una descripción causal de esa entidad, esto es, una descripción que permite reconocer esa entidad como la responsable de ciertos efectos observables. Ahora bien, si aceptamos esto –sostienen tanto Psillos como Niiniluoto– debemos aceptar algunas consecuencias indeseables: tenemos que admitir que esta teoría, al garantizar la permanencia de la referencia, garantiza *demasiado*; podría sostenerse que

garantiza *trivialmente* la permanencia de la referencia. Un término teórico, de acuerdo con esta teoría, parece referir a “aquellos aspectos de la realidad que provocaron su uso” (Niiniluoto 1999, p. 126). Si con un término teórico sólo nos referimos al responsable causal de ciertos fenómenos que constituyen sus efectos, no podría decirse, razonablemente, que un término teórico carece de referente. Según Niiniluoto, dado que el uso de todos los términos es presumiblemente provocado por algún aspecto de la realidad, y dado que la teoría causalista no pone restricciones a nuestros posibles errores respecto de la naturaleza de estos aspectos u objetos, no es posible dar cuenta del fracaso referencial. En otras palabras, la concepción causalista de la referencia permite afirmar que hay continuidad referencial a pesar del cambio teórico, pero no puede explicar aquellos casos de la historia de la ciencia en los que un término fue abandonado, casos en los cuales no cabría, sensatamente, no aceptar que dicho término carecía de referente.

Esta consecuencia indeseable de la teoría causalista, que señalan Psillos y Niiniluoto, se sigue de un aspecto particular de la concepción kripkeana: según Kripke, los designadores rígidos refieren a un individuo o clase aun cuando todas las descripciones que podamos dar de esos ítems sean erróneas. La referencia se debe, en última instancia, a una conexión directa entre un término del lenguaje y la *esencia* de un ítem extralingüístico. La idea de Kripke de los designadores rígidos aparece vinculada con su compromiso con un realismo metafísico más fuerte incluso que el realismo aristotélico: Kripke defiende un realismo que se compromete con la existencia de esencias individuales y de estructuras internas. En el caso de los nombres propios, son las esencias individuales las responsables, en última instancia, de que el referente del término esté constituido por un determinado individuo y no por otro. En el caso de un término de masa, es la estructura interna que comparten todas las muestras de esa sustancia la responsable de la referencia exitosa. Esa estructura interna constituye, nuevamente, la esencia de la sustancia. No me detendré en el análisis de las relaciones entre el esencialismo metafísico, la tesis de los designadores rígidos y la concepción causal de la referencia. Pero resulta interesante preguntarse si el esencialismo metafísico no opera como supuesto sin el cual la tesis de los designadores rígidos y la concepción causal pierden su fuerza (*cf.* Córdoba 2005). Aclaro esto porque no encuentro casual el hecho de que los filósofos realistas de la ciencia hayan sido seducidos

por la concepción causal en la medida en que esta teoría permite defender la idea de la permanencia de la referencia. Sospecho que el realismo que pretenden defender se lleva muy bien con el esencialismo metafísico kripkeano⁴, el que creo que está supuesto en la concepción que Kripke tiene de la referencia de los términos. Resulta interesante dejar aquí planteada esta cuestión.

Como se ha señalado, la concepción causalista no cuenta con las herramientas necesarias para explicar satisfactoriamente la falla en una relación referencial, es decir, no puede dar cuenta de las situaciones de la historia de la ciencia en las que se han introducido términos que carecían de denotados. Este problema se resuelve, según los filósofos realistas, apelando a descripciones. Según Psillos, para mostrar que una entidad que constituye el supuesto referente de un término no existe, hay que examinar las descripciones asociadas con dicho término y mostrar que ninguna entidad posee las propiedades atribuidas en la descripción a ese agente. A su vez afirma que, si para explicar el fracaso referencial hay que acudir a descripciones, para explicar el éxito referencial también. Pero el autor pretende evitar comprometerse con la teoría descriptivista y propone otra solución: formula una teoría mixta que, según sostiene, recoge los aspectos correctos tanto de la teoría descriptivista como de la teoría causalista. Niiniluoto, por su parte, también propone una concepción mixta de la referencia. Según cada uno de ellos, su propia teoría resuelve los problemas que presentaban las dos tradiciones fundamentales (descriptivista y causalista) y logra explicar satisfactoriamente el éxito de la ciencia y su desarrollo progresivo, permitiendo defender la idea de la permanencia de la referencia a través del cambio de teorías, idea valiosa para el realismo científico. Sus teorías, entonces, ofrecerían buenas razones para una defensa del realismo científico crítico que propugnan.

1.5 Teorías mixtas de la referencia

Además de las dos teorías fundamentales de la referencia, descriptivista y causalista, la historia de la filosofía muestra algunos intentos de combinar ambas tradiciones,

⁴ A la relación que puede establecerse entre el esencialismo y las posiciones realistas críticas me referiré en el capítulo siguiente.

ofreciendo teorías mixtas de la referencia como, por ejemplo, el descriptivismo causal de David Lewis (1970, 1984, 1986). Dado que estas formulaciones no son relevantes en relación con los objetivos del presente trabajo, no las expondré aquí. Sólo presentaré brevemente las teorías mixtas formuladas por Psillos y Niiniluoto, las cuales, según los propios autores, recogen el espíritu de aquellas teorías mixtas formuladas previamente⁵.

Psillos formula una teoría descriptivista causal de acuerdo con la cual la determinación de la referencia involucra algunas descripciones, pero la causalidad juega, asimismo, un papel decisivo en dicha determinación. Conforme a la formulación de Psillos, un término de clase natural involucrado en una teoría científica refiere a una clase si y sólo si las descripciones asociadas con él tienen su origen causal en las propiedades constitutivas de la clase. Esto significa que la información vehiculizada en ese tipo de descripciones tiene un determinado contenido proposicional y no otro porque la clase tiene las propiedades constitutivas de clase que tiene y no otras. Aquí aparece la dimensión causalista de su concepción de la referencia: la fijación de la referencia depende de este origen causal de la información. Sin embargo, sostiene, las propiedades constitutivas de una clase natural no pueden ser identificadas con independencia de las teorías, no hay un acceso a ellas sino mediado por el conocimiento teórico. Esto es, para identificar el origen causal de la información, tenemos que confiar en las descripciones científicas. Este constituye el aspecto descriptivista de la teoría: debemos confiar en las teorías y en las explicaciones explicativo-causales de las entidades que postulan. Si las teorías que tenemos son aproximadamente correctas, entonces nuestros términos de clase refieren a clases naturales reales; si no lo son, no refieren.

Un término teórico, según Psillos, refiere a una entidad a través de una descripción causal de ciertas propiedades constitutivas en virtud de las cuales el referente cumple un papel causal respecto de un conjunto de fenómenos. De esto se sigue que dos términos denotan la misma entidad si y sólo si sus pretendidos referentes cumplen el mismo papel causal respecto de ciertos fenómenos, y si la descripción causal de uno de esos referentes recoge las mismas propiedades constitutivas de clase que recoge la descripción causal del

⁵ Para una crítica de la propuesta de Psillos, *cfr.* Córdoba 2010.

otro. Si esto ocurre, los términos fundamentales de una teoría exitosa del pasado refieren a aquellas entidades a las que luego refieren los términos fundamentales de sus sucesoras. Este es el sentido en que la posición del autor pretende apoyar el enfoque realista: permite sostener que la ciencia va perfeccionando sus descripciones acerca de la *estructura objetiva del mundo*. Esta concepción de la referencia ofrece, según el autor, argumentos en favor del realismo dado que permite defender la idea de la continuidad referencial a través del cambio teórico, incluso en aquellos casos en los cuales un término ha sido abandonado. Sostiene que tal continuidad tiene lugar en el desarrollo de la ciencia porque, al cambiar una teoría por otra que difiere de aquella en sus descripciones de los agentes causales postulados, existe una superposición sustantiva entre esas descripciones, en la medida en que los atributos que se adscriben a una nueva entidad son precisamente aquellos que producen causalmente los mismos efectos que se creía que producía la entidad abandonada. En este sentido, hay una superposición sustantiva de la referencia: los referentes, aparentemente distintos, son no obstante la misma entidad. De acuerdo con Psillos, su descriptivismo causal daría cuenta también de los casos de fracaso referencial. Al depender la referencia de algunas descripciones que especifican las propiedades constitutivas en virtud de las cuales el referente, si existe, juega un papel causal, se afirma que si existe una entidad que responde a ese papel causal, entonces el término refiere; si no existe, el término carece de referente.

Según Niiniluoto, la continuidad referencial puede defenderse apelando a las nociones de verdad aproximada y verosimilitud. El autor formula su propia teoría de la referencia para los términos involucrados en la ciencia sobre la base de dos definiciones: (1) Un término t que tiene lugar en una teoría T refiere al objeto real b que maximiza el grado de verdad aproximada de la teoría relativa al sistema que consiste en el objeto b . (2) Un término t que tiene lugar en la teoría T refiere al objeto real b que maximiza el grado de verosimilitud de la teoría relativa al objeto b . La definición (2) es más exigente, dado que un alto grado de verosimilitud garantiza también un alto grado de verdad aproximada. De todos modos, afirma, así formuladas, estas dos definiciones de la referencia constituyen criterios demasiado permisivos: conducen a afirmar que cualquier término de toda teoría pasada tiene denotado. Se necesita un criterio menos permisivo, el que se logra

estableciendo un umbral para los valores del grado de verdad aproximada y del grado de verosimilitud de una teoría T relativa al sistema consistente en el objeto b , y aceptando que hay referencia exitosa al objeto b si y sólo si ese umbral es superado. Este umbral no puede ser muy alto, porque de este modo sólo referirían las teorías completamente verdaderas. El umbral no es determinado por la lógica, sino por el contexto pragmático, lo que de ningún modo significa que el hecho de tener referente sea arbitrario. Puede sostenerse, según el autor, que las definiciones que ofrece para la referencia de los términos contienen una cuantificación sobre todas las entidades elegibles, o que son relativizadas a un esquema ontológico de tipos de entidades aceptadas. De modo que sería posible aplicarlas si hay esquemas ontológicos alternativos; y si hay esquemas ontológicos alternativos, entonces hay referencias alternativas. Sin embargo, “la referencia exitosa aún depende de qué tipos de entidades existen en el mundo real.” (Niiniluoto 1999, p. 130). Estas definiciones incluyen el caso especial en que un término de una teoría refiere a un objeto dando una descripción totalmente verdadera de él. Pero, en general, la referencia exitosa a objetos reales no presupone la verdad de la teoría. Según estas definiciones se puede afirmar que, al estudiar el electrón, Hendrik Lorentz en 1909 y Niels Bohr en 1925 refirieran la misma clase de entidades, la cual es incluso estudiada por los físicos actuales. En este sentido, según el autor su concepción de la referencia de los términos también ofrece razones para una defensa del realismo científico. Niiniluoto insiste en la necesidad de defender la idea de la permanencia de la referencia: “si dos teorías rivales hablan acerca de las mismas cosas, entonces pueden ser construidas como respuestas rivales a un mismo problema cognitivo.” (Niiniluoto 1999, p. 124).

1.6 Referencia y cambio teórico

¿En qué sentido interesan las diversas teorías de la referencia, dados los objetivos del presente trabajo? El análisis de la cuestión de la referencia de los términos del lenguaje científico evidencia cuestiones de ontología. Particularmente, al pensar la relación entre realismo y referencia, emergen problemas eminentemente ontológicos, y ello en dos

sentidos. Por un lado, la postura realista se asienta sobre ciertos supuestos metafísicos básicos y, por otro, adopta una visión ingenua acerca del devenir de la ciencia.

Siguiendo la tendencia impuesta por el giro lingüístico del siglo XX, la discusión entre realistas y antirrealistas se suele jugar en el terreno del lenguaje científico: las estrategias argumentativas se basan principalmente en consideraciones semánticas expresadas en la pregunta filosófica por la relación referencial entre lenguaje y realidad. En particular, para los realistas el interés se centra en el valor de verdad de las leyes teóricas y en la referencia de los términos teóricos fundamentales involucrados en dichas leyes. Pero estas cuestiones involucran necesariamente la pregunta ontológica por las entidades supuestamente referidas por tales términos teóricos. Si el vínculo referencial es una relación que se establece entre dos polos, de un lado el lenguaje y del otro la realidad, en las argumentaciones realistas el papel decisivo lo carga el polo constituido por lo que los realistas consideran la realidad objetiva. En definitiva, al pretender responder la pregunta por la referencia de los términos del lenguaje teórico –pretensión explícita tanto en la propuesta de Niiniluoto como en la de Psillos–, la semántica no puede desembarazarse de una preocupación ontológica. La búsqueda de continuidad referencial es posible en el pensamiento realista porque está supuesta una respuesta positiva a dicha búsqueda. Se presupone que términos que aparecen en construcciones teóricas diversas pueden referir a las *mismas cosas*. Por esta razón, en el escenario de la cuestión semántica de la referencia del lenguaje se hacen particularmente visibles los supuestos metafísicos del realista.

Tales supuestos metafísicos son los que permiten identificar en el realismo científico, incluso en el de los realistas críticos, los tres ingredientes que hemos presentado al considerar las diferentes formas de realismo: el metafísico, el semántico y el epistémico. En efecto, las argumentaciones realistas ponen de manifiesto la aceptación de la existencia de una realidad independiente del sujeto, poblada de entidades teóricas, e incluso de clases naturales, que existen con total independencia del sujeto cognoscente. La naturaleza misma de tales ítems ontológicos no debe nada al sujeto, sino que resulta totalmente independiente del acto mismo de conocer. Es tal naturaleza la que va siendo paulatinamente descubierta

por la ciencia, a medida que teorías científicas que se suceden en la historia van describiendo la realidad independiente de un modo cada vez más ajustado y más preciso.

Por otra parte, la discusión tradicional que vincula el tema del realismo científico con el problema filosófico de la referencia de los términos suele desenvolverse en un escenario en el cual el rol protagónico es cumplido por el fenómeno del cambio teórico. Este fenómeno, que constituye un tópico fundamental en la filosofía de la ciencia, no se caracteriza como cualquier modificación en el cuerpo del conocimiento científico a través del tiempo, sino que se concibe como el cambio de una teoría por otra en el transcurrir histórico. En otras palabras, el cambio teórico suele caracterizarse como el abandono de una teoría científica por parte de una comunidad científica y la adopción de una nueva que reemplaza a la teoría abandonada.

¿Por qué la discusión entre realistas y antirrealistas, que involucra la preocupación filosófica por la referencia de los términos involucrados en la ciencia, suele centrarse en la cuestión del cambio teórico? La idea de progreso latente en el realismo –idea desafiada por las tesis inconmensurabilistas– conlleva la confianza general en que las sucesivas teorías, aunque las creencias involucradas en ellas se modifiquen, explican la misma realidad. Esta confianza conlleva, a su vez, la confianza particular en que los términos involucrados en las teorías que se suceden históricamente refieren a las mismas entidades o hechos objetivos. Quedar clara, entonces, la relación entre realismo y cambio teórico: según la visión realista, cuando se abandona una teoría y se adopta otra, es la misma realidad la explicada por medio de ambas teorías. La nueva teoría es *mejor* que la anterior: está más cerca de la *verdad*. Esto significa que la ciencia progresa y este progreso se debe a una *continuidad* entre la teoría pasada y la teoría presente, continuidad que se debe a la *continuidad referencial* de los términos fundamentales de la ciencia. La pregunta que surge aquí es si esta imagen de sucesión histórica de teorías por reemplazo refleja adecuadamente el desarrollo científico efectivo, o si constituye una visión extremadamente ingenua y simplificada del devenir de la ciencia.

Estas cuestiones, referidas a la visión de cambio teórico y a los supuestos metafísicos del realismo científico, serán analizadas en detalle en el próximo capítulo. No obstante,

puede ya afirmarse que la imagen de cambio teórico presente en la argumentación realista está estrechamente vinculada con una imagen también ingenua y simplificada del funcionamiento del lenguaje en general y del lenguaje científico en particular. Como afirma Torretti: “Los realistas científicos creen que la realidad está bien definida de una vez por todas, independientemente de la acción humana y del pensamiento humano, de una manera que puede articularse adecuadamente en el discurso humano. Creen también que el propósito primordial de la ciencia es desarrollar justamente ese género de discurso que articula adecuadamente la realidad –que, como decía Platón, la “corta en sus coyunturas”– y que la ciencia moderna esencialmente está logrando ese propósito.” (Torretti 2000, p. 81).

CAPÍTULO II

Realismo y referencia: el olvido de la ciencia

En el capítulo anterior he caracterizado dos posiciones realistas críticas, en particular, he analizado los argumentos que, a través de la defensa de la idea de la continuidad referencial de los términos científicos, pretenden defender tal realismo. He señalado que estos argumentos, como aquellos que apelan a la ruptura referencial formulados por los antirrealistas, se basan sobre un modelo de cambio teórico entendido como sucesión por reemplazo.

En el presente capítulo argumentaré que este modelo de cambio teórico no es adecuado para comprender el devenir de la ciencia. Para esto, señalaré que hay casos de “bifurcación teórica” que ponen en cuestión dicha imagen de cambio teórico. Pondré asimismo en discusión la idea realista de que ciertas teorías son teorías “superadas”, analizando la respuesta instrumentalista a esta cuestión. Señalaré, además, ciertos supuestos heredados por el realismo científico crítico, entre los que se encuentran la adopción de la distinción teórico-observacional, una concepción no crítica respecto de las clases naturales, el atomismo lingüístico involucrado en la cuestión de la referencia del lenguaje científico y, por último, el olvido del papel que los modelos juegan en ciencia. Estas críticas apuntan a señalar que, si bien la visión realista presenta la virtud de traspasar los límites impuestos por la tradición analítica en filosofía –por medio de la pregunta por la existencia de las entidades de que nos habla la ciencia y al abordar el problema del vínculo entre lenguaje y realidad–, sin embargo presenta fuertes limitaciones. Se argumentará que el mayor inconveniente de esta posición consiste en que desatiende la ciencia real, considerando una ciencia idealizada que funcionaría conforme a los supuestos metafísicos que la propia visión realista defiende.

II.1 *El foco en el cambio teórico*

La pregunta acerca de si el desarrollo de la ciencia puede ser caracterizado por la continuidad de la referencia o si, por el contrario, está signado por rupturas teóricas que conllevan rupturas ontológicas, ha generado un campo de debate poblado de diversos y sofisticados argumentos. Según he señalado en el capítulo anterior, los realistas intentan mostrar que la continuidad es característica de la historia de la ciencia, mientras que algunos antirrealistas pretenden mostrar lo contrario. Lo cierto es que unos y otros, al abordar problemas relativos al lenguaje científico como estrategia de defensa de sus posiciones, basan sus argumentos en la consideración del problema del cambio teórico.

Un primer objetivo de esta sección consiste en poner de manifiesto que la imagen de cambio teórico sobre la cual se montan las argumentaciones tanto realistas como antirrealistas es la misma en ambos casos. Para esto, resulta necesario caracterizar lo más acabadamente posible en qué consiste este modelo de cambio teórico. En segundo lugar, cuestionaré esta imagen por considerarla inadecuada para una correcta comprensión tanto de la historia de la ciencia, como de la práctica científica misma. Argumentaré que la filosofía general de la ciencia, al abordar el fenómeno del cambio teórico, desatiende la ciencia *tal como es*.

II.1.1 *Cambio teórico: ¿sucesión de teorías?*

Es innegable que el fenómeno del cambio teórico es filosóficamente relevante: interesa tanto al filósofo como al historiador de la ciencia ofrecer una visión respecto del problema diacrónico del devenir de las disciplinas científicas a través de su historia.

El enfoque de los realistas críticos, que atiende al problema semántico de la referencia de los términos científicos para defender una concepción realista de la ciencia, se ocupa de dirimir si un término t , que tiene lugar en dos teorías científicas sucesivas T_1 y T_2 , refieren o no al mismo ítem extralingüístico en el contexto de ambas teorías. De esta manera, el cambio teórico es pensado en el marco de la *sucesión* de teorías: el devenir histórico de una disciplina científica se reconstruye como una secuencia de teorías $T_1, T_2, T_3, T_4, \dots$, cada una de las cuales reemplaza a la anterior, que es abandonada. Esta serie de

teorías se desenvuelve en el tiempo histórico. Es necesario someter esta imagen del cambio científico a un examen crítico.

El cambio teórico comprendido como sucesión por reemplazo de teorías aparece claramente en la imagen tradicional, desarrollada por algunos filósofos del Círculo de Viena, de una ciencia que progresa lineal y acumulativamente subsumiendo teorías previas en nuevas teorías más abarcadoras y más correctas. De acuerdo con esta imagen, en el reemplazo de una teoría por otra, los logros de la teoría anterior son de algún modo recuperados por la teoría sucesora: esta última mantiene el contenido no refutado de la teoría anterior, corrige sus errores y a la vez proporciona contenido más adecuado y preciso.

Los realistas científicos críticos que defienden la concepción de la ciencia delineada en el capítulo anterior, sostienen que no es posible adoptar una imagen de la ciencia de acuerdo con la cual tiene lugar un progreso acumulativo lineal. Ya desde Karl Popper (1934) se acepta ampliamente que aquella imagen ingenua no se adapta a la verdadera historia de la ciencia. Pero llama la atención que en las explícitas declaraciones de principios aceptados respecto del desarrollo de la ciencia por parte de los defensores del realismo crítico, la concepción del cambio científico no haya pasado por el tamiz de la crítica.

Según los realistas críticos no puede adoptarse razonablemente una visión acumulativa del progreso científico: puede no haber acumulación en el sentido de que cierto contenido de una teoría pasada no tiene por qué mantenerse en la siguiente teoría de la serie. Sin embargo, estos autores no se distancian de la ingenua imagen tradicional del cambio teórico. Por ejemplo, tanto Niiniluoto como Psillos afirman que la ciencia va logrando una progresiva aproximación a la verdad. Y las posiciones de ambos comparten con la visión tradicional una intuición fundamental: las teorías que se suceden explican o pretenden explicar el mundo real, intentan hallar la verdad respecto de algún sector de la realidad, sector de la realidad que es *el mismo* a través del cambio científico. Es sobre esta intuición que se erige la imagen según la cual las nuevas teorías *pasan a ocupar* el lugar de sus antecesoras.

En definitiva, en su intento por demostrar que hay cierta continuidad de los referentes de los términos científicos a través –y a pesar– del cambio teórico, la imagen que subyace a las argumentaciones del realismo crítico es siempre la de una teoría que sucede a una anterior, a la que reemplaza en su descripción de la realidad. Es precisamente a través de tal reemplazo teórico que, no obstante, es necesario preservar los referentes de ciertos términos. De modo que la idea de que el cambio teórico consiste en el reemplazo sucesivo de teorías no aparece únicamente en la concepción acumulativa tradicional de la evolución de la ciencia, sino que está presente también en el pensamiento realista crítico.

Resulta poderosamente sorprendente que la imagen de una ciencia que se desenvuelve a través de sucesiones teóricas por reemplazos de teorías también se encuentra presente en el pensamiento de quienes más encarnizadamente combaten aquel modelo de progreso acumulativo. Filósofos que se enfrentan radicalmente a este modelo, no se alejan, empero, de la idea de que el desarrollo de la ciencia consiste en ir supliendo una teoría por otra, distinta de su predecesora, que viene a “ocupar su lugar” en el devenir histórico de la ciencia. Por ejemplo, en 1962 Paul Feyerabend no sólo argumenta en contra la idea de que la ciencia progresa acumulativamente, sino que niega, además, que las teorías científicas sucesivas expliquen el mismo mundo. Afirma, por el contrario, que cada teoría refiere a su propia ontología, y que las teorías sucesivas son genuinamente inconmensurables. Sin embargo, al discutir la relación entre una teoría T y una teoría T' posterior, exige el “completo reemplazo de la ontología (y tal vez incluso del formalismo) de T' por la ontología (y el formalismo) de T ” (Feyerabend 1962, énfasis del autor). Tal reemplazo no sólo afectaría a teorías pasadas y abandonadas en el desarrollo posterior de la ciencia, como es el caso de la teoría medieval del *impetus*, sino también a teorías que actualmente continúan formando parte del cuerpo de conocimiento de la comunidad científica, como la termodinámica macroscópica y la mecánica clásica: “Es por lo tanto nuevamente necesario abandonar por completo el esquema conceptual clásico una vez que se introduce la teoría de la relatividad; y esto significa que es imperativo usar la relatividad en las consideraciones teóricas propuestas para la explicación de un cierto fenómeno así como en el lenguaje de observación en el cual tales consideraciones han de ser formuladas” (Feyerabend 1962).

Es en este contexto del debate entre realismo e inconmensurabilismo que se discute el caso típico del término 'masa' cuando acontece el pasaje de la mecánica clásica a la relatividad especial y, eventualmente, a la relatividad general (*cf.* por ejemplo, Kuhn 1962, Feyerabend 1962, Sneed 1971, Fine 1975; más recientemente, Rivadulla Rodríguez 2003). Cuando este ejemplo es abordado, subyace a estos abordajes una imagen poco crítica del reemplazo de la mecánica newtoniana por la relatividad especial, y el posterior reemplazo de esta última por la relatividad general.

Lo que está en juego en estas posiciones antagónicas –por un lado, la posición realista que adopta la creencia en un progreso científico lineal (sea este acumulativo o no), que se manifiesta como una progresiva aproximación a la verdad y, por otro lado, la concepción de quienes impugnan radicalmente toda idea de progreso lineal apelando a la tesis de la inconmensurabilidad– es el mismo modelo de cambio teórico, sobre la base del cual argumentan para defender sus distintas visiones del desarrollo científico. Cabe preguntarse aquí si esta imagen se adecúa a lo efectivamente sucedido en el ámbito de la física de la primera mitad del siglo XX.

Considero que esta imagen del cambio teórico constituye una simplificación que desatiende eventos históricos bien conocidos. Por ejemplo, en la misma época en la cual entra en escena la mecánica relativista, lo hace la mecánica cuántica que, en cierto sentido, se propone también como alternativa a la mecánica clásica. Y la mecánica cuántica incluye términos utilizados no sólo en el vocabulario de la mecánica clásica, a la que se supone reemplaza, sino incluso en la mecánica relativista, respecto de la cual de ninguna manera puede aplicarse la idea de sucesión por reemplazo.

Analicemos un caso distinto del caso del término 'masa': consideremos el término 'momento lineal' (o 'momento cinético'). Si bien el concepto de momento lineal preserva ciertas relaciones con los conceptos de masa y de velocidad en todas las teorías en las que aparece, el significado del término correspondiente va sufriendo modificaciones que se manifiestan incluso en el modo en que se lo representa. En efecto, mientras el momento lineal de un cuerpo en mecánica clásica puede expresarse como un vector $p^c = (p_x, p_y, p_z) = (mv_x, mv_y, mv_z)$ en las tres dimensiones espaciales (donde m es la masa

del cuerpo, constante de movimiento, y $v = (v_x, v_y, v_z)$ es su velocidad), en relatividad especial el momento lineal se convierte en un cuadrivector $p^r = (E/c, p_x, p_y, p_z) = (E/c, mv_x, mv_y, mv_z)$ (donde E es la energía total del cuerpo, c es la velocidad de la luz en el vacío, y $m = \gamma m_0 = m_0 / \sqrt{1 - (|v|/c)^2}$ es la masa del cuerpo, con m_0 la masa en reposo)⁶; en relatividad general la característica vectorial se pierde en favor del concepto de densidad de energía-momento $T_{\mu 0}$, que se representa no ya como un vector, sino como una columna del cuádrisensor de energía-momento $T_{\mu\nu}$; y en mecánica cuántica el momento lineal se convierte en una tríada de operadores $P^q = (P_x, P_y, P_z)$ que actúan sobre un espacio de Hilbert, y puede representarse en coordenadas como $P^q = -i\hbar\nabla$ (donde i es la unidad imaginaria, $\hbar = h/2\pi$ siendo h la constante de Planck, y $\nabla = (\partial/\partial x, \partial/\partial y, \partial/\partial z)$ es el operador gradiente). Esta cuestión no es menor, puesto que los realistas científicos, ensimismados en las discusiones desencarnadas acerca de “la teoría T ”, deberían hacerse cargo de explicar cómo se conserva la referencia frente a cambios teóricos que involucran incluso el cambio en el objeto matemático que se utiliza para representar el supuesto referente que se conserva.

Es evidente que este caso no responde a la imagen del cambio teórico de acuerdo con la cual ocurre una sucesión de teorías por reemplazo. Pone de manifiesto, por el contrario, una suerte de “bifurcación” teórica: una teoría es supuestamente reemplazada por teorías diferentes. Este panorama se torna aun más complejo cuando se considera la –supuesta⁷– unificación entre mecánica cuántica y relatividad especial, que conduce a la actual coexistencia entre teoría cuántica de campos y relatividad general, teorías no sólo diferentes sino incompatibles (*cf.* Córdoba y Lombardi 2011).

Dada esta coexistencia de teorías, el realista –crítico o no– o todo filósofo que permanezca anclado a un enfoque tradicional podrá argumentar que se trata de un

⁶ Nótese que, al pasar de la mecánica clásica a la relativista, cambia el significado de al menos dos términos, ‘ p ’ y ‘ m ’.

⁷ Se habla de “supuesta” unificación porque, si bien muchos continúan presentando la teoría cuántica de campos como tal, la discusión filosófica actual pone de manifiesto que, si bien invariante de Lorentz, la teoría cuántica de campos manifiesta ciertas características que le son propias y no pueden pensarse en términos de mera unificación entre mecánica cuántica y relatividad especial (*cf.*, por ejemplo, Brown y Harré 1988, Auyang 1995)

fenómeno extraño, que no es habitual hallar estas bifurcaciones teóricas en la historia de la ciencia. Puesto que esta coexistencia de teorías resulta de la famosa revolución que experimentó la física durante el primer tercio del siglo XX, podría pensarse que no vale la pena detenerse en el análisis de esta bifurcación, ya que se trata de un fenómeno excepcional. Pero no es este el caso. Si se analiza con cierto detenimiento el estado actual de la mecánica estadística, puede advertirse que, habiendo pasado más de cien años desde sus primeras formulaciones, aún coexisten dos enfoques, el de Boltzmann y el de Gibbs, que bien pueden considerarse teorías diferentes y alternativas. En efecto, ambos enfoques difieren en conceptos tan básicos como los de equilibrio e irreversibilidad, y desacuerdan respecto de las condiciones que permiten la aparición de macroevoluciones irreversibles a partir de una dinámica reversible subyacente (*cfr.* Lombardi y Labarca 2005b). Estas profundas diferencias teóricas, en general escondidas o, al menos, no suficientemente señaladas en los libros de texto, son objeto de un intenso estudio en la filosofía de la física de los últimos años (*cfr.*, por ejemplo, Uffink 2006, Frigg 2008).

Como se ha señalado, frente a esto, el partidario del modelo de cambio teórico entendido como sucesión por reemplazo de teorías podría apelar al carácter transitorio de la bifurcación teórica: la coexistencia de teorías incompatibles simultáneamente aceptadas por la comunidad científica sería un fenómeno provisorio, puesto que tales teorías serán superadas por una nueva teoría unificadora. Por ejemplo, en el futuro se logrará una reformulación de la mecánica estadística de modo que las teorías de Ludwig Boltzmann y de Josiah Willard Gibbs queden subsumidas en la nueva teoría general. A su vez, los esfuerzos teóricos en física “fundamental” finalmente desembocarán en una gran teoría de campo unificado, o en la teoría de cuerdas final, o en alguna otra alternativa que aún no imaginamos siquiera. Pero en ese momento la historia de la física volverá a su cauce natural de sucesión por reemplazo.

El primer problema que presenta este contra-ataque consiste en que la idea de una teoría unificadora y superadora de estas teorías distintas no se basa sino en una esperanza. Si bien la mecánica estadística clásica es un área de continua aplicación en el ámbito de la

física, los más de cien años de convivencia más o menos pacífica⁸ entre los enfoques de Boltzmann y de Gibbs no brindan motivos para pensar que aparezca una teoría superadora en un futuro previsible. Y aun cuando en el área de la física “fundamental” la situación es menos pacífica en la medida en que se reconoce la proliferación de programas de investigación rivales durante los últimos cincuenta años, la esperanza de unificación no parece mejor fundada. Incluso el programa que ha despertado mayor interés durante las últimas décadas, la teoría de cuerdas, ha comenzado a ser cuestionado desde la propia comunidad científica por sus escasos logros predictivos (Woit 2006). ¿Qué podría fundamentar la esperanza de unificación sino ciertos presupuestos realistas?

La interpretación según la cual los eventos históricos que muestran que hay bifurcación teórica, enfoques distintos y convivencia de programas de investigación rivales, son eventos excepcionales que serán superados no sólo se basa en una esperanza infundada. El problema principal de la visión de la ciencia de acuerdo con la cual los científicos proceden abandonando teorías es que tal idea se encuentra totalmente reñida con la práctica científica. Aun cuando pueda delimitarse aproximadamente la comunidad de una disciplina científica a través de la red de relaciones y reconocimiento entre sus miembros, esto no significa que se pueda identificar un *corpus* de conocimiento totalmente consistente al cual dicha comunidad adhiere. Los científicos no actúan movidos por el tipo de racionalidad que algunos filósofos de la ciencia pretenden, sino más bien de un modo pragmático que pone en juego otras formas de racionalidad. Y al adoptar esta manera de actuar, a menudo utilizan conjuntamente teorías diferentes, e incluso incompatibles, en la consideración de ciertos fenómenos y en la solución de algunos problemas. Ciertamente hay teorías que actualmente ningún científico estaría dispuesto a usar, como la teoría del calórico –bajo el supuesto de que la conociera. Pero también es cierto que la práctica científica no siempre procede abandonando teorías, y que suele ser mucho más “liberal” que la imagen que presentan los filósofos realistas e incluso muchos antirrealistas.

⁸ El calificativo de ‘más o menos pacífica’ se hace eco de las discusiones protagonizadas por Ilya Prigogine y la escuela de Austin-Bruselas (cf. Prigogine 1980).

La discusión acerca del realismo científico en relación con el problema de la referencia de los términos teóricos y de clases naturales involucrados en la ciencia no carece de interés filosófico. He señalado que tampoco carece de interés el análisis del fenómeno del cambio teórico. Sin embargo, para que la reflexión filosófica sobre estos problemas sea fecunda, debe atender a la práctica efectiva de la ciencia. Y para esto es necesario ofrecer una mirada del desarrollo de la ciencia que no se ciña exclusivamente a la cuestión del cambio científico, y que, cuando lo haga, atienda a la manera en que efectivamente cambian las teorías científicas, que en ningún modo es la sucesión por reemplazo. Es necesario comprender los fenómenos de bifurcación teórica y coexistencia de teorías, esto es, el análisis del problema de la referencia y el realismo debería ingresar en un ámbito sincrónico, mucho más cercano a la práctica científica efectiva y al interés de los científicos en actividad que la cuestión diacrónica del cambio científico.

II.1.2 La vigencia de teorías "superadas"

El pasaje de la mecánica clásica newtoniana a la teoría de la relatividad —especial y general sucesivamente— constituye el caso paradigmático de cambio teórico que se discute en el enfrentamiento entre realistas y antirrealistas. En el propio concepto de cambio teórico se encuentra implícita la idea de que la mecánica clásica se convierte en una teoría superada, que se abandona en favor de la mecánica relativista. Como he señalado, esta idea subyace tanto a la imagen tradicional, según la cual la mecánica clásica acaba subsumida en la mecánica relativista como un caso particular, como al modelo de progreso científico en términos de incremento de la verosimilitud o incremento de verdad aproximada que proponen algunos realistas críticos, e incluso a las posturas inconmensurabilistas, que vinculan estrechamente con el fenómeno del cambio teórico el reemplazo de una ontología por otra.

Ahora bien, ¿qué significa que la mecánica clásica es una teoría "superada"? Es claro que en este sentido no se la puede comparar con otros casos históricos también ampliamente tratados en las discusiones tradicionales acerca del realismo. Mientras que, por ejemplo, la teoría del flogisto y la más reciente teoría del calórico fueron abandonadas y ningún científico en actividad se refiere actualmente a ellas, la mecánica clásica continúa

vigente de un modo significativo. En efecto, aún hoy los cursos de mecánica clásica son el primer paso ineludible en la formación de los físicos profesionales. Y ello no debe interpretarse como una estrategia didáctica, mera propedéutica al aprendizaje de las “mejores” teorías. Por el contrario, la mecánica clásica continúa siendo un ámbito de aplicación e investigación fecunda. Sólo por mencionar un elocuente ejemplo de aplicación: salvo correcciones insignificantes, los cálculos necesarios para guiar las naves espaciales en sus viajes por el sistema solar no se basan más que en la mecánica clásica newtoniana, incluso en formulaciones aproximadas de la mecánica clásica dada la insolubilidad del problema de los tres cuerpos. Por otra parte, la mecánica clásica continúa desarrollándose a través de nuevos resultados teóricos y aplicaciones prácticas⁹. Y no parece haber motivo alguno para suponer que esta situación se modifique si mañana la relatividad especial es reemplazada por una nueva teoría, relativista o no.

Resulta interesante señalar que el pragmatismo de la actividad científica no se limita a utilizar la mecánica clásica en las situaciones en que brinda resultados predictivos adecuados. En su instructivo artículo “*Scientific realism and scientific practice*”, Roberto Torretti (2000) nos recuerda el modo en que mecánica clásica y mecánica relativista se aplican en una *misma* situación, colaborando conjuntamente en la explicación de un único fenómeno. El ejemplo de Torretti se refiere a la explicación estándar del avance anual de perihelio de Mercurio en poco menos de 1 minuto de arco. Tradicionalmente, esta explicación se considera uno de los éxitos más claros de la teoría general de la relatividad: la mecánica newtoniana no podía dar cuenta de tal avance anual; la nueva mecánica vino a explicar aquello que en el marco de la nueva teoría resultaba inexplicable. Y esto debería considerarse, desde la perspectiva realista, como un importante argumento en favor de la nueva teoría, en tanto descripción más cercana al modo en que es realmente la naturaleza.

No obstante, en su pormenorizado análisis Torretti nos presenta una historia diferente. El 90% del avance anual de perihelio de Mercurio se debe a la elección de un sistema geocéntrico de coordenadas. No obstante, según la teoría de Newton, el 10%

⁹ En revistas como *Archives of Rational Mechanics and Analysis*, *Dynamic Systems & Applications*, *Journal of Differential Equations* o *Chaos, Solitons and Fractals*.

restante tiene que deberse a la gravedad. La mayor parte de ese resto, 530" de arco por siglo, fue explicada mediante la mecánica celeste clásica como resultado de la interacción entre Mercurio y los demás planetas. Pero queda un pequeñísimo resto, de 43" de arco por siglo, que nunca fue explicado por la mecánica newtoniana y que, sin embargo, se deduce de la relatividad general de Einstein. Pero lo que pocas veces se recuerda es que, para lograr tal deducción, Schwarzschild (1916) aplicó la relatividad general a *un modelo de dos cuerpos*, donde Mercurio es considerado una partícula de prueba de masa despreciable frente a la del Sol. Este modelo explica la precesión de 43" de arco por siglo, pero no los 530" de arco por siglo que la mecánica newtoniana sí explica por la interacción gravitatoria de Mercurio con los otros planetas. Y esto es así porque ni Schwarzschild ni Einstein se encontraban en condiciones de resolver, siquiera aproximadamente, las ecuaciones de campo de la relatividad general para un sistema de diez cuerpos. En la comunidad de los físicos, lejos de verse como una estrategia irracional o incluso oportunista, la explicación de la precesión de 43" de arco por siglo del perihelio de Mercurio fue considerada una de las "tres pruebas clásicas" de la teoría general de la relatividad.

En definitiva, si en algún sentido se afirma que la mecánica clásica ha sido superada, esto en modo alguno puede interpretarse como la afirmación de que la teoría ha sido abandonada y ya no forma parte del *corpus* de conocimiento de la física actual. En el contexto del problema del realismo científico, la discusión acerca de la referencia de un término como 'masa' al pasar de la mecánica clásica a la mecánica relativista, no debe entenderse como una discusión acerca de la continuidad o discontinuidad referencial a través del cambio teórico, esto es, entre teorías sucesivas. Una dimensión ineludible del debate consiste en reconocer que las dos mecánicas continúan siendo teorías vigentes en un sentido significativo, en el marco de la práctica científica actual. Y esto conduce a un problema ontológico ineludible desde una perspectiva realista: cómo pueden convivir dos teorías que describen dos mundos diferentes. En la "historia oficial" de la física, suele suponerse que no existe problema alguno porque la mecánica clásica puede obtenerse como límite de la relatividad especial, y esta última, como límite de la relatividad general. Claro que es deseable que las teorías nuevas coincidan en algún límite con la más antigua. No obstante, el límite sólo indica que, bajo ciertas circunstancias, ambas teorías brindan los

mismos resultados respecto de ciertos fenómenos, pero no convierte teorías incompatibles en compatibles. Como afirma Fritz Rohrlich (1988, p. 310), “la teoría de la gravitación de Einstein sostiene la existencia del espacio curvo pero no de fuerzas gravitatorias. En el límite newtoniano, la interpretación del formalismo matemático conduce a un espacio plano y a fuerzas gravitacionales. ¿Cuál de las ontologías es correcta?”.

II.1.3 La respuesta instrumentalista

En los apartados anteriores se ha visto que en una misma disciplina científica, la física en este caso, pueden convivir diferentes teorías, sea debido al caso de “bifurcación” teórica, sea porque ciertas teorías, tradicionalmente consideradas como “superadas” en el ámbito filosófico, continúan siendo utilizadas en la práctica de la ciencia. Estos fenómenos de coexistencia teórica presentan serios problemas al realismo crítico y su concepción del progreso científico. Para tales realistas, así como para otros partidarios del realismo científico, resulta de central relevancia demostrar que un mismo término preserva la referencia en teorías diferentes, ya que esto les permite afirmar que dos teorías “hablan de lo mismo” si bien “dicen cosas diferentes” sobre eso “mismo”. Cuando las dos teorías que hacen afirmaciones incompatibles sobre la misma entidad son *sucesivas*, entonces puede afirmarse que la más reciente es “mejor” que la anterior en la medida en que describe al mismo mundo con mayor verosimilitud. Pero, ¿cómo explicaría el realista crítico la coexistencia de teorías incompatibles que “hablan de lo mismo”? Como ya fue señalado, una estrategia es considerar las teorías supuestamente superadas de un modo meramente instrumental y refugiarse en la esperanza de que la historia de la ciencia recobre su desarrollo lineal en el caso de coexistencia de teorías fundamentales. Pero ambas estrategias se muestran reñidas con la práctica efectiva de la ciencia.

Estas dificultades de la perspectiva realista podrían ser utilizadas por el antirrealismo de corte instrumentalista para respaldar su postura. Recordemos que el problema de la referencia de los términos teóricos, tanpreciado para los realistas, no constituye un verdadero problema filosófico para el antirrealista instrumentalista. Este considera que los términos involucrados en las teorías científicas carecen de referentes, son instrumentos cuya utilidad radica en que permiten sistematizar el ámbito de lo observable. La aceptación

de las teorías científicas nada debe al vínculo entre el lenguaje científico y determinados items extralingüísticos, ya que los enunciados teóricos no constituyen afirmaciones, sino construcciones sintácticas cuya única función es organizar la experiencia.

Según el instrumentalismo clásico de Pierre Duhem, la ciencia no se ocupa de la explicación, pues esto corresponde al ámbito de la metafísica. El objetivo de la ciencia consiste exclusivamente en dar cuenta de la experiencia. Los enunciados teóricos de la ciencia no son verdaderos ni falsos, sino *convenientes* o *inconvenientes* (Duhem 1906 [1954]); las hipótesis no nos dicen nada acerca de la naturaleza de las cosas. Mucho más recientemente, Bas van Fraassen (1980) no se considera instrumentalista pero adopta una postura que puede insertarse en la misma línea establecida por el instrumentalismo clásico. Este autor se aleja del instrumentalismo en la medida en que sostiene que las teorías científicas no son meras herramientas o dispositivos para dar cuenta del dominio de lo fenoménico, y adopta un realismo semántico al afirmar que los enunciados de las teorías científicas deben ser comprendidos literalmente y tienen valor de verdad. Pero este componente realista resulta completamente inocuo en el marco de su posición epistemológica, porque al mismo tiempo afirma que la verdad de los enunciados científicos no constituye el objetivo de la ciencia, sino que este radica únicamente en el éxito empírico. De este modo, van Fraassen pretende alejarse tanto del realismo como del antirrealismo con su posición, denominada *empirismo constructivo*, una suerte de “agnosticismo” en relación con el problema del realismo. Sin embargo, más allá de su declaración respecto del valor de verdad de las teorías (propiedad que estas tienen de hecho, pero que nada importa en la ciencia *real*), su posición no se aleja de la perspectiva instrumentalista clásica cuando se expide acerca de la existencia de las entidades inobservables postuladas por la ciencia: respecto de la existencia de las entidades teóricas no podemos pronunciarlos. Aunque no considere que las teorías sean meros instrumentos, y las considere, por el contrario, como conjuntos de enunciados portadores de significación, lo único a lo que la práctica efectiva de la ciencia debe tender, tal como afirmaba Duhem, es a la *adecuación empírica*. Una teoría es empíricamente adecuada, según el autor, si y sólo si son verdaderas sus afirmaciones acerca de las entidades y eventos observables, es decir, si “salva las apariencias” (van Fraassen 1980).

Tanto los defensores del instrumentalismo clásico como los del empirismo constructivo podrían no sentirse afectados por la coexistencia teórica. La mecánica cuántica y la relatividad general pueden convivir pacíficamente en la medida en que no se intente aplicarlas simultáneamente a un mismo fenómeno: la relatividad general resulta útil en escalas cosmológicas, mientras que la cuántica encuentra su éxito empírico en el ámbito subatómico. Y en aquellos casos en que se requiera la aplicación de ambas, como en el caso de la gravedad cuántica, habrá que hallar una nueva teoría que resulte empíricamente adecuada en tales situaciones. Por otro lado, no hay dificultad en aceptar la vigencia de la mecánica clásica en la medida en que continúa manifestando su adecuación empírica en los ámbitos en los que se aplica. Desde esta perspectiva, entonces, la coexistencia de teorías no resulta un problema puesto que, o bien sencillamente no existe incompatibilidad entre ellas, o bien aunque pudieran ser incompatibles, no es esto algo que importe a la práctica científica. La pregunta que se impone aquí es, entonces, ¿es la perspectiva instrumentalista, en alguna de sus versiones, la única salida frente a los problemas que la coexistencia teórica genera al realismo? En el Capítulo VI argumentaré que la respuesta a esta pregunta es negativa: es posible resistir al instrumentalismo, y preservar una forma de realismo que permita enfrentar estos problemas de un modo fecundo.

II.2 La tradición heredada

He señalado en el capítulo anterior que, en los argumentos en favor del realismo que apelan a la referencia de los términos involucrados en las teorías científicas, se asume una clásica y cuestionada distinción entre un lenguaje teórico y un lenguaje observacional. Sorprende que una posición realista que se autodenomina 'crítica' continúe aceptando esta distinción dicotómica. Si bien tanto Psillos como Niiniluoto recorren las diversas concepciones de la filosofía de la ciencia del siglo XX en torno a los temas vinculados con la distinción entre un discurso teórico y un discurso observacional (carga teórica de la observación, inexistencia de una base empírica neutral, teoriedad de los términos, etc.), aceptan una distinción que actualmente se considera perimida cuando es presentada en términos absolutos.

En la presente sección volveré a argumentar que la mayor limitación de la mirada realista crítica consiste en el olvido de la ciencia real, pero desde otra perspectiva. En este caso, el olvido se manifiesta en el modo en que se acepta la distinción teórico-observacional y en la concepción esencialista de las clases naturales. También se manifiesta en el modo en que se considera que los términos del vocabulario científico se relacionan con sus denotados y, finalmente, en el completo silencio acerca del papel que los modelos cumplen en ciencia.

II.2.1 Términos teóricos y términos observacionales

La distinción entre un discurso teórico y un discurso observacional encuentra sus raíces en el positivismo lógico de las décadas del '20 y del '30, y en su descendiente directo, el empirismo lógico. De acuerdo con la llamada '*concepción sintáctica*' de las teorías científicas, también conocida como '*concepción heredada*' ('*received view*'), heredera del positivismo lógico y del empirismo lógico, una teoría científica es un sistema axiomático interpretado: las leyes funcionan como los axiomas a partir de los cuales se deducen todos los enunciados de la teoría, en particular, aquellos enunciados empíricos que, por incluir sólo términos observacionales –términos que refieren a objetos o propiedades directamente observables–, pueden ser contrastados empíricamente (para una clara exposición crítica de la concepción heredada, *cfr.* Brown 1983). En este esquema, juegan un papel central las llamadas '*reglas de correspondencia*', que cumplen la función de vincular los términos teóricos, cuyo significado no puede establecerse por ostensión, con los términos observacionales, cuyo significado era considerado no problemático.

De este modo se opera una división del lenguaje de la ciencia en dos ámbitos supuestamente exhaustivos y excluyentes: por un lado, el lenguaje observacional o no teórico y, por el otro, el lenguaje teórico o no observacional. De acuerdo con la concepción heredada, el lenguaje observacional o no teórico es la base firme sobre la que se erige la distinción. Los términos observacionales adquieren su significado de manera precisa, no problemática, por medio de su relación con la experiencia. La referencia de estos términos es directa: refieren a entidades observables. Los términos teóricos son, por oposición, expresiones del lenguaje que no refieren a entidades observables. El supuesto de que hay

una base empírica neutral y no problemática ofrece una base sólida para la no problematicidad del significado y la referencia de los términos observacionales o no teóricos y, por esa razón, sólo a partir de términos de este tipo pueden adquirir significado los términos teóricos. Considerados en sí mismos, los términos teóricos son auxiliares, permiten que las teorías cumplan la función de explicar y predecir fenómenos observables. El programa que abordó el empirismo lógico en sus orígenes fue el de reducir, total o parcialmente, los términos teóricos a términos observacionales.¹⁰

Uno de los primeros autores en oponerse a esta distinción fue Grover Maxwell (1962), afirmando que hay un continuo desde lo observable a lo inobservable. Pero su posición difería de la del empirismo lógico no sólo por poner en cuestión la distinción misma, sino fundamentalmente porque, si bien consideraba la distinción en algún sentido arbitraria, consideraba que los términos teóricos tenían genuina referencia: los términos teóricos denotan entidades inobservables. Según su visión realista de la ciencia, el éxito predictivo de la misma se debe a que existen las entidades postuladas por las teorías científicas. En contra de la idea de Ernst Nagel (1961), según la cual la discusión entre realismo e instrumentalismo se basa en una diferencia meramente verbal sin consecuencias científicas, Maxwell argumentó que la disputa responde a un auténtico conflicto entre tesis ontológicas encontradas.¹¹

Ya decididamente en el ámbito de la llamada 'nueva filosofía de la ciencia' (para una presentación de la nueva filosofía de la ciencia, *cfr.* Brown 1983), la distinción teórico-observacional fue criticada por Norwood Russell Hanson (1958) y Thomas Kuhn (1962), entre otros, sobre la base de un análisis, en ese momento novedoso, de la naturaleza de la percepción y, por lo tanto, de la observación y la experiencia en ciencia. El punto central de estas críticas apuntaba a desmentir que existiera una base empírica neutral sobre la base de

¹⁰ No abordaré aquí los intentos de reducción del lenguaje teórico al lenguaje observacional. Para una completa exposición de esos intentos,—operacionalismo, definiciones explícitas (interpretación completa), definiciones implícitas (interpretación parcial), etc.— ver Olivé y Pérez Ransanz (1989).

¹¹ Estas distintas posiciones y la discusión en torno a la distinción entre un lenguaje teórico y un lenguaje observacional se pueden hallar en Olivé y Pérez Ransanz (1989), donde se enmarca esta discusión en la distinción más general entre teoría y observación; allí se compilan los artículos fundacionales de este problema en filosofía de la ciencia.

la cual erigir una distinción precisa entre dos tipos de discurso, el teórico y el observacional. Pero, tal como señalan León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz (1989), también fue cuestionada la distinción desde una perspectiva lógico-semántica: por ejemplo, Hilary Putnam (1962, 1999) puso en cuestión la existencia misma del problema de cómo comprender el lenguaje teórico; para el autor, un término teórico es sencillamente un término que proviene de una teoría científica, y nada se afirma acerca de la observabilidad o no de su referente. Peter Achinstein (1968) también rechazó la distinción afirmando que no es lo mismo decir que un término es teórico porque es parte de una teoría, porque depende de una teoría o porque es un término conjetural o especulativo. Según el autor, hay diversas clasificaciones, y ninguna de ellas puede ser utilizada para clasificar todos los términos de la ciencia, ni siquiera para clasificar la totalidad de los términos de una particular teoría científica.

Otros enfoques han abordado de un modo más sofisticado el problema de la distinción entre lo observacional y lo teórico. Ejemplos de este tipo de enfoques los constituyen las posturas que pueden enmarcarse en una posición holista, según la cual las teorías científicas responden a un modelo reticular, y en ellas la distinción entre lo teórico y lo observable es pragmática y relativa a un determinado estado de conocimiento en un momento situado históricamente (*cfr.*, por ejemplo, Hesse 1970). Un enfoque también distinto del problema es el propuesto por los filósofos estructuralistas, de acuerdo con quienes la distinción entre dos tipos de lenguaje no es semántica o lingüística, sino funcional: si se trata de conceptos métricos, su teoricidad se establece de acuerdo con la manera en que se calculan las funciones que expresan, si se trata de conceptos cualitativos, se establece por el modo en que se aplican. Si ese cálculo o esa aplicación presuponen la validez de las leyes de una teoría T , son considerados términos T -teóricos (Moulines 1985). Esta distinción es indiferente a toda supuesta distinción entre lo observacional y lo no observacional y a todo problema relativo al estatus de la observación y su relación con las teorías.

En síntesis, dado el rechazo de que sea posible diferenciar un lenguaje teórico y un lenguaje observacional sobre la firme base de la observabilidad, o aceptadas en cierta

manera las críticas a la observabilidad como pura y no contaminada, o admitiendo que la caracterización misma de la teoriedad de cierto lenguaje (ya sea abordada desde una perspectiva lógico-semántica o funcional) es relativa a las teorías científicas efectivas, en la filosofía actual de la ciencia pareciera ya no discutirse en torno a la tradicional distinción, no al menos en términos de una distinción absoluta.

Si bien puede considerarse este un tema superado desde diversas perspectivas filosóficas, interesa esta breve historia de la distinción a los fines del presente trabajo. Esto es así porque los realistas críticos, cuando abordan filosóficamente el problema de los términos científicos, ponen el acento en la cuestión de la *determinación de la referencia* de los mismos. Por esa razón retoman un tema específico del ámbito de la filosofía del lenguaje. Y al hacer pie en la cuestión de la referencia para erigir su argumentación con miras a una defensa del realismo, la distinción entre términos teóricos y términos observacionales parece haber sido heredada sin previa revisión crítica. Es interesante el modo en que en filosofía general de la ciencia se heredan ciertos problemas filosóficos, incluso en el caso del antirrealismo: van Fraassen asume también la distinción entre un lenguaje observacional y uno teórico; acepta que hay carga teórica de la observación, pero mantiene la idea de que hay un privilegio en la observación que no puede ser cuestionado (van Fraassen 1980).

Volviendo al caso del realismo, Psillos y Niiniluoto también aceptan que hay carga teórica de la observación, pero su perspectiva no suficientemente crítica se manifiesta en dos aspectos de sus propuestas: por un lado, se preguntan por la referencia de “términos teóricos” y de “términos de magnitudes físicas” –según se ha señalado en el capítulo anterior–, sin problematizar estas nociones y, por otro lado, pretenden que estos términos se encuentren en cualquier teoría científica identificados del mismo modo, es decir, la distinción teórico-observacional (hechas todas las salvedades obligadas por la lectura de la bibliografía de la filosofía de la ciencia anterior a ellos) parece ser una distinción absoluta, no relativa a la teoría considerada. En la medida en que se preguntan por la determinación de la referencia para poder explicar el vínculo referencial y así argumentar en favor de la continuidad de la referencia a través del cambio teórico, formulan sus teorías propias de la

referencia para los términos teóricos (expuestas en el capítulo anterior), teorías que se conciben como de aplicabilidad universal: pretenden ser aplicables a todos los términos teóricos de cualquier teoría científica. Y esta pretendida aplicación universal pone de manifiesto que la característica de teoricidad es tomada como una característica absoluta, desoyendo los desarrollos filosóficos que, considerando más seriamente la ciencia real, habían puesto en cuestión la distinción incondicionada entre un lenguaje teórico y un lenguaje observacional.

Sea como fuere que se considere la teoricidad del lenguaje, sea que se acepte que no hay un lenguaje observacional carente de problemas en cuanto a su significación o referencia, el modo mismo en que Psillos y Niiniluoto presentan los problemas del realismo evidencia una concepción del lenguaje de la ciencia que asume la distinción teórico-observacional de un modo que no recoge las discusiones más recientes. En efecto, cuando presentan el realismo científico, manifiestan que el problema del realismo es el de determinar si existen o no las entidades inobservables postuladas por la ciencia. De este modo, vuelcan el peso del problema, cuando del lenguaje se trata, en la elucidación del vínculo referencial entre los términos teóricos del vocabulario científico y esas supuestas entidades. De acuerdo con Psillos, por ejemplo, hay fenómenos observables que sugieren la existencia de una magnitud física que los causa. En la caracterización que hace Psillos del realismo semántico, afirma sin más que las teorías son descripciones que hacen aserciones que son verdaderas o falsas “acerca de su dominio intencional, observable o inobservable” (Psillos 1999, p. xix).

Por otra parte, la exigencia de continuidad referencial antecede, en el planteo de los realistas críticos, a su análisis del lenguaje teórico. Y, conforme se ha mostrado en la sección anterior del presente capítulo, la exigencia de continuidad referencial (así como el modo de concebir el cambio teórico) deja caer en el olvido lo que de hecho acontece en la práctica concreta de la ciencia; el hecho de que no sea posible un abordaje realista crítico razonable para el caso de la expresión “momento lineal” es un ejemplo que pone de manifiesto dicho olvido. En definitiva, el modo en que el realismo crítico plantea el

problema de la referencia del lenguaje científico carece de una evaluación crítica de la diferencia entre lenguaje teórico y lenguaje observacional.

II.2.2 Clases naturales

La cuestión del lenguaje teórico de la ciencia en oposición al lenguaje no teórico fue discutida específicamente en el ámbito de la filosofía de la ciencia. No ha sucedido lo mismo con la cuestión de los términos de clases, dado que la discusión filosófica en cuanto a su significado y referencia encuentra sus raíces en la antigüedad clásica: puede considerarse que los antecedentes del problema de la referencia de los términos de clase pueden rastrearse en los textos platónicos. En el medioevo la cuestión se encarna en el llamado 'problema de los universales', el cual se discute ampliamente con múltiples y complejos argumentos.

Esta reflexión filosófica, que clásicamente ha girado en torno a los términos generales del lenguaje natural, ingresa en el ámbito propio de la filosofía de la ciencia cuando se aborda la cuestión de los términos que refieren a las clases naturales postuladas por las teorías científicas. Una de las diferencias entre los términos teóricos y términos de clases es que las clases naturales pueden estar conformadas por individuos observables, de modo que el acceso a los miembros particulares de las clases no resulta problemático. Para aquellos autores que consideran que la referencia de un término de clase está dada por los miembros de la clase, el caso en que tales miembros son observables no genera dificultad alguna para establecer la referencia del término. No obstante, según algunos autores realistas críticos (*cfr.* Psillos 1999), un término de clase pretende nombrar la clase y no el conjunto de individuos que la forman, de modo que es necesario explicar la manera en que los términos refieren a las clases, como se señaló en el Capítulo I. Tal como sucedía en el caso de los términos teóricos, es necesario ofrecer una teoría de la referencia que dé cuenta del vínculo entre el término general y la clase postulada por una determinada teoría científica.

Las contribuciones recientes en filosofía de la ciencia que discuten el problema lingüístico de los términos de clases naturales abordan la cuestión ontológica de *qué son* las clases naturales (*cfr.*, por ejemplo, Dupré 1993, 2001, Ellis 2008), discutiendo diversas

posiciones filosóficas que ofrecen respuesta a dicho interrogante. Brian Ellis y John Dupré consideran que, para elucidar el problema filosófico de las clases naturales, es necesario comprender la distinción que estableció John Locke (1690 [1997]) entre esencia nominal y esencia real. Las *esencias nominales* son, en gran medida, convencionales. Son el resultado de la experiencia y se obtienen a través de los sentidos, suponiendo que las apariencias que se encuentran asociadas a su existencia responden a una particular constitución interna. Tal supuesta constitución interna es la *esencia real* que, de acuerdo con Locke, no responde necesariamente a aquellos aspectos fenoménicos que asociamos a las cosas de un tipo particular. Las esencias reales son la incógnita constitución interna de los objetos particulares; pero tal constitución no desempeña papel alguno en la formación de nuestros conceptos de tipos particulares de cosas.

Si la distinción lockeana se expresa en términos contemporáneos, la esencia real de una clase es la *naturaleza* característica de los miembros de la clase, responsable de que los miembros de la clase pertenezcan a ella, mientras que la esencia nominal es el aspecto o conjunto de aspectos que utilizamos para *reconocer* objetos como pertenecientes a una determinada clase. Se suele afirmar que la esencia real debe ser algún aspecto de la estructura microscópica, en tanto esta estructura sería la responsable de las propiedades macroscópicas o estructurales de los miembros de la clase. En contra del escepticismo lockeano, ciertos filósofos actuales afirman que la física y la química han descubierto las microestructuras de muchas cosas. Este optimismo, según Dupré, es el que manifiestan claramente Kripke (1972, 1980) y Putnam (1973, 1975b), filósofos ineludibles cuando se trata la cuestión de las clases naturales en ciencia.

Tanto Kripke como Putnam pertenecen a una tradición filosófica según la cual las clases naturales son conjuntos de objetos definidos por la posesión común de propiedades teóricamente importantes, generalmente microestructurales. De acuerdo con el esencialismo de ambos autores, las clases naturales están determinadas por verdaderas esencias reales, en sentido lockeano; por lo tanto, la extensión de un término de clase está dada por la esencia real microestructural. En el capítulo anterior se explicó brevemente en qué consiste el mecanismo referencial de los términos de clases de acuerdo con la teoría causalista de la

referencia, tal como es formulada por Kripke y Putnam. La idea fundamental es la siguiente: es la naturaleza real de la esencia de la clase (recogida en el conocimiento experto por medio de métodos científicos apropiados, según Putnam) aquello que determina la extensión del término. Tal como afirma Dupré, esta idea descansa en una fuerte presuposición ontológica; “la intención de referir a la naturaleza real preexiste a la caracterización de esa naturaleza.” (Dupré 2001, p. 315).

Como ya fue señalado en el capítulo anterior, no sorprende que los realistas críticos apelen a la teoría causalista de la referencia para defender su posición. Si bien encuentran problemas en las formulaciones de Kripke y Putnam, Psillos y Niiniluoto adhieren a la idea de que es necesario un mecanismo causal para la fijación de la referencia. De este modo, tanto Psillos como Niiniluoto, al igual que Kripke y Putnam, adoptan un fuerte compromiso ontológico. Si bien estos realistas críticos no se definirían a sí mismos como esencialistas, su intención de hallar continuidad referencial (y, por lo tanto, de hallar una buena respuesta a la tesis de la inconmensurabilidad) sólo se sostiene sobre la base de ciertos supuestos metafísicos, supuestos que heredaron de la visión de Kripke y Putnam de los términos de la ciencia al incorporar la teoría de la referencia de estos autores. Sólo la confianza en un fuerte vínculo causal, que se funda sobre una necesidad *de re* (Ellis 2008), una necesidad que está en las cosas mismas, puede garantizar que un término que aparece en contextos teóricos distintos, refiera a lo mismo a pesar del cambio teórico. En este sentido, las esencias *kripkeanas* y *putnamianas* vienen a cumplir esa función: en la medida en que las esencias microestructurales sean las que determinen la referencia de un término de clase – ya sea independientemente de las creencias que asociemos con ellas (como afirmaría Kripke), ya sea que estas esencias sean recogidas por el conocimiento experto (como afirma Putnam)– y en la medida en que estas esencias sean independientes de nuestro conocimiento, porque están ahí, en el mundo, a la espera de que el conocimiento experto las descubra, sólo así es posible que los términos de clase pertenecientes a teorías científicas que se suceden en el tiempo refieran siempre a las mismas clases, pese a la variación teórica. Y el supuesto que opera, en última instancia, en el pensamiento de Psillos y Niiniluoto, es el mismo que operaba en las filosofías de Kripke y Putnam: son las cosas mismas, en última instancia, las responsables del éxito referencial.

Resulta interesante una crítica que Dupré realiza a la posición de Putnam, porque se funda –como él mismo afirma– sobre una mirada atenta a la ciencia real. Afirma Dupré que el punto de vista neo-aristotélico de Kripke y Putnam no puede sostenerse: en biología, la unidad básica de clasificación es la especie. Ya sea que las especies formen clases naturales con esencias reales o no, ningún biólogo haría una afirmación tal para grupos de nivel más alto (las taxas), como géneros, familias, etc. La comprensión científica actual no brinda apoyo a una posición esencialista (Hull 1965, Dupré 1993). Afirma Dupré que en biología no sólo es problemático ofrecer una caracterización unívoca de las especies; la idea de que estas son demarcadas por alguna propiedad interna necesaria y suficiente es antitética a todas las concepciones post-darwinianas de las especies. El esencialista podría intentar responder que ello se debe a una imposibilidad *de dicto* (a un defecto de nuestro conocimiento) y no *de re*, ya que las esencias expresan una necesidad real, según se ha afirmado anteriormente. Pero la imposibilidad de ofrecer aquella propiedad interna para la caracterización de las especies se debe al reconocimiento de la omnipresencia de la variación, reconocimiento de todas las concepciones post-darwinianas. De modo que la idea de que no se ha hallado aún la propiedad esencial de cada especie y que será hallada oportunamente, en este caso, no constituye sino una esperanza basada en un supuesto esencialista. Sobre esta base, Dupré propone abandonar todo intento de clasificaciones rígidas, y enfatiza la necesidad de múltiples y diferentes sistemas clasificatorios que pueden superponerse e intersectarse (Dupré 2001).

Si bien pueden encontrarse casos de supuestas clases naturales en todas las disciplinas científicas, durante los últimos tiempos la química ha reemplazado a la biología como ciencia que suministra los ejemplos paradigmáticos de clases naturales: los elementos químicos y los compuestos químicos. En el contexto de la química, la pregunta acerca de la existencia de clases naturales se encuentra fuertemente vinculada con el problema del microestructuralismo, de acuerdo con el cual las clases naturales quedan individualizadas exclusivamente por su microestructura (para discusiones sobre el tema, *cfr.* van Brakel 2000a,b, Needham 2002, Hendry 2006, Weisberg 2005).

El problema de las clases naturales se encuentra instalado en el corazón mismo de la química. En efecto, el ejemplo paradigmático en los argumentos de Kripke y Putnam es “agua es H_2O ”. El esencialismo en química, que se manifiesta como microestructuralismo, parecería funcionar con los elementos químicos, puesto que el número atómico resulta suficiente para identificar a cada elemento. Sin embargo, cuando se intenta extender el microestructuralismo de los elementos a los compuestos comienzan las dificultades. Por ejemplo, el fenómeno del isomerismo presenta un severo obstáculo a la identificación de los compuestos exclusivamente sobre la base de sus elementos componentes: las moléculas de compuestos isómeros tienen los mismos átomos, pero ubicados en diferentes disposiciones espaciales. En este sentido, Paul Needham (2000) afirma que los compuestos químicos, como el agua, tienen una estructura esencialmente dinámica, que no puede ser adecuadamente descrita por una fórmula química. Robin Hendry (2006), por su parte, lleva el argumento un paso más allá cuando afirma que cualquier muestra de agua, aun cuando se trata de agua pura, contiene no sólo moléculas de H_2O , sino también iones H_3O^+ y OH^- (*cfr.* Córdoba y Lombardi 2012a).

La situación se pone aun peor para el esencialismo microestructuralista cuando se buscan clasificaciones de los elementos químicos en términos de sus propiedades macroscópicas. En efecto, la posesión de una microestructura definida no implica la manifestación de un comportamiento químico característico en el nivel macroscópico. En particular, la configuración electrónica específica de un elemento no fija sus macropropiedades (*cfr.* Scerri 1997): por ejemplo, si bien el Helio, el Berilio y el Magnesio tienen la misma configuración de los electrones de la capa externa, el Helio es un gas altamente inerte, mientras que el Berilio y el Magnesio son metales reactivos. El fenómeno de alotropía, por el cual ciertos elementos químicos pueden presentarse bajo estructuras químicas diferentes o con propiedades físicas diferentes, introduce nuevas dificultades, ya que distintas instancias de un mismo elemento puede caer bajo distintas categorías. Por ejemplo, el oxígeno puede presentarse como oxígeno atmosférico y como ozono, el fósforo se presenta como fósforo rojo y fósforo blanco, y el carbono lo hace como grafito, diamante, grafeno y fullereno.

Estos casos, tomados de la biología y de la química, ponen de manifiesto que las discusiones acerca de la referencia de las clases naturales, tal como se desarrollan en el ámbito de la teoría causal de la referencia, adoptan una visión distorsionada del trabajo de los “expertos” en su práctica efectiva de la ciencia. Si esta limitación puede señalarse, como lo hace Dupré, en el caso de Kripke y Putnam, ocupados en cuestiones de filosofía del lenguaje, la dificultad resulta aun más seria cuando pasa al ámbito de la filosofía de la ciencia de la mano de los realistas críticos, ya que en este ámbito pasar por alto la praxis científica es mucho más cuestionable. Si se extiende la crítica de Dupré al esencialismo de Kripke y Putnam al pensamiento realista crítico, se observa que estos realistas no consideran la ciencia real, sino que tienen en mente una ciencia idealizada, que funcionaría conforme a los supuestos metafísicos que el propio realista defiende. Es cierto que Psillos y Niiniluoto no estarían de acuerdo en ser contados dentro del grupo de los filósofos esencialistas, y que se alejan de la teoría de la referencia puramente causalista pues consideran que las descripciones deben cumplir un rol fundamental en la fijación de la referencia de los términos. Pero respecto de las ideas fundamentales en el momento de decidir *de qué depende la correcta relación referencial*, en esta concepción fundamental – del orden de lo ontológico – no se distancian del realismo esencialista de Kripke y Putnam.

La exigencia de continuidad referencial en el pensamiento de estos autores se debe, en primer lugar, al supuesto de que la referencia depende de lo que las cosas sean en sí mismas y, en segundo lugar, al supuesto de la *unicidad referencial*, esto es, la idea de que para que haya referencia, es necesario que la referencia sea única incluso a través de contextos teóricos diferentes. Esta exigencia opera del mismo modo, con los mismos supuestos, tanto para el caso de los términos de clases naturales como para el caso de los términos teóricos. Asociado con esta idea de la unicidad referencial aparece, en los filósofos realistas críticos, otro supuesto relativo al funcionamiento del lenguaje científico, al cual me referiré en la siguiente subsección.

II.2.3 Concepción atomística del lenguaje

La búsqueda de una teoría de la referencia que permita garantizar la continuidad del mundo referido por el vocabulario de la ciencia responde, según he señalado, a ciertos

supuestos del orden de lo metafísico. Estos supuestos orientan el análisis de una ciencia idealizada, distante de la ciencia real. Asimismo, supuestos que también se deben, a mi entender, a compromisos metafísicos, determinan cierta mirada sobre el funcionamiento del lenguaje que no se adecúa al modo de funcionamiento del vocabulario involucrado en las teorías científicas. En particular, la mirada realista crítica presenta una concepción atomística del lenguaje.

De acuerdo con el enfoque atomístico del lenguaje, los elementos a los que se asigna primariamente valor semántico son los átomos del lenguaje: las palabras o términos; las entidades lingüísticas más complejas adquieren su significado en función del significado de sus elementos atómicos. Este enfoque es caracterizado por Eleonora Orlando (1999) como la combinación de una estructura tarskiana de la verdad y la explicación de la referencia en términos causales. La asignación de valor semántico a las palabras constituye el vínculo entre teoría semántica y evidencia. De acuerdo con el atomismo lingüístico, es posible hallar relaciones objetivas y empíricas entre términos y objetos extralingüísticos. Por lo tanto, la teoría causalista de la referencia constituye un enfoque atomístico del lenguaje en la medida en que es una teoría fáctica y causal de la referencia (*cfr.* Orlando 1999).

Orlando afirma que la relación referencial es una relación asimétrica, que va del mundo al lenguaje y no a la inversa. Es “el mundo” el que fundamenta el lenguaje: la “fundamentación” aparece en el polo objetivo del mundo. En la teoría causalista de la referencia, esto es evidente: son las cosas mismas (propiedades microestructurales, esencias reales), las responsables de la correcta determinación de la referencia. En la teoría de Frege ocurre lo mismo, porque la referencialidad exitosa depende de la verdad, esto es, de que una descripción sea verdadera respecto de un objeto; y la verdad también es una relación asimétrica, que va del mundo al lenguaje (Orlando 1999).

La tradición en que se inscribe esta concepción del lenguaje ha sido cuestionada por la concepción holística del lenguaje, cuyo exponente paradigmático es Willard Van Orman Quine (1951, 1960), si bien también puede identificarse en otros autores como Thomas Kuhn (1962) y Donald Davidson (1967). El enfoque holístico niega que existan aquellas relaciones objetivas y empíricas entre lenguaje y mundo que busca el atomismo lingüístico.

Por otra parte, es erróneo buscar la referencia en el sentido de la correspondencia entre un término aislado del lenguaje y un objeto. Por ejemplo, Quine amplía la unidad significativa del lenguaje a la oración; pero, además, niega que una oración pueda confrontarse con los hechos de un modo aislado. Si antes el modo de comprobar sobre la verdad o falsedad de una proposición era confrontándola con los hechos, ahora, con Quine, es necesario un contexto mucho más amplio: "el todo de la ciencia". Sólo en el contexto del cuerpo completo de creencias adquiere una proposición su significado y su valor de verdad.

En las propuestas realistas de Psillos y Niiniluoto, el atomismo lingüístico es un presupuesto que está a la base de su teoría del significado: la referencia es una relación uno-a-uno, una relación un término-un objeto. Sólo de este modo tiene sentido exigir continuidad referencial para un término particular –por ejemplo, para el caso analizado del término ‘masa’– a través de contextos teóricos diferentes. El debate entre atomismo y holismo lingüístico ha sido ampliamente discutido, pero siempre desde una perspectiva que pone el énfasis en el funcionamiento de la ciencia en su aspecto representacional mediante el lenguaje científico. En la próxima subsección me propongo cuestionar el atomismo lingüístico presupuesto por el realismo crítico sobre la base de una noción central en la práctica científica: la noción de modelo en ciencias empíricas.

II.2.4 El papel de los modelos

He cuestionado el modelo ingenuo de cambio teórico a la luz de la práctica científica concreta. He afirmado que el recurso realista que apela a teorías de la referencia para, sobre la base de aquel modelo de cambio teórico, defender la idea de que los referentes supuestos de los términos fundamentales de las teorías científicas permanecen idénticos a través de la transición teórica, olvida la ciencia *tal como es*. He cuestionado, asimismo, la adopción acrítica de la distinción entre lenguaje teórico y lenguaje observacional y el modo esencialista de concebir las clases naturales. Finalmente, he señalado el supuesto según el cual la comprensión del lenguaje científico se funda en el funcionamiento referencial de los términos considerados aisladamente. Esta última observación nos permitirá encontrar ulteriores razones para respaldar la idea de que los realistas críticos incurren en el olvido de la ciencia real, en este caso atendiendo a una noción de modelo en ciencias fácticas, de

acuerdo con la cual, en la práctica científica, los modelos son mediadores entre teoría y realidad.

El realismo científico supone que la referencia es una relación inmediata. Ya sea que se considere que los términos refieren a sus denotados directamente (teoría causalista de la referencia) o mediante descripciones (teorías descriptivistas de la referencia) o por medio de alguna combinación de estos mecanismos, los realistas suponen, en general, que hay un vínculo inmediato entre teorías y realidad. En efecto, al discutir la continuidad de la referencia con el objetivo de preservar cierta idea de progreso científico, los realistas no consideran el papel que cumplen los modelos en la vinculación entre teoría y realidad. Una excepción parece ser Niiniluoto, quien ha intentado atender a los modelos en relación con la elucidación de la referencia de los términos científicos. Comencemos, entonces, por recordar la propuesta de Niiniluoto en este sentido.

En general, las estrategias que pretenden defender el realismo por medio de la elucidación de la relación de referencia, se proponen para las teorías científicas comprendidas bajo el modelo de la concepción heredada o sintáctica (la concepción enunciativista) de las teorías científicas, a la que ya me referido. Sin embargo, Niiniluoto sostiene que su posición realista es compatible con la concepción semántica de las teorías. Según he señalado ya, la concepción heredada sostiene que las teorías científicas son sistemas axiomáticos interpretados, donde las leyes funcionan como los axiomas a partir de los cuales se deducen todos los enunciados de la teoría. A partir de la década del '70, la concepción sintáctica comienza a ser desafiada por la llamada 'concepción semántica' de las teorías científicas, según la cual una teoría científica se identifica mediante la clase de sus modelos (*cf.* Suppes 1961, 1967, Suppe 1977, 1989). De este modo, la identidad de la teoría se independiza de la peculiar forma sintáctica –axiomática o no– bajo la cual se la presenta: diferentes formalismos pueden corresponder a una misma teoría en tanto definan la misma clase de modelos. En la medida en que la identidad de la teoría ya no depende de su particular presentación formal, la concepción semántica presenta una clara ventaja respecto de la concepción heredada.

Como fue señalado en el Capítulo I, la teoría de la referencia propuesta por Niiniluoto se basa en sus nociones de verdad aproximada y verosimilitud. Y estas nociones de verdad aproximada y verosimilitud pueden ser definidas a partir de la noción de modelo. Según Niiniluoto, el modelo de una teoría científica es el resultado de una idealización, y los supuestos idealizados presentes en la teoría se remueven a partir de un proceso de concretización (o factualización). La aproximación a la verdad se logra por medio de este proceso de concretización, a partir del cual los elementos idealizados desaparecen. El autor retoma la idea de Ronald Giere (1988) de acuerdo con la cual una teoría científica es trivialmente verdadera en un modelo que ella misma define, y el modelo guarda una relación de *similaridad* con el sistema real en aspectos y grados específicos. Niiniluoto cuestiona que Giere no haya advertido que su noción de verdad (relación trivial entre teoría y modelo), sumada a la relación de similaridad (entre modelo y realidad), da como resultado la noción de verosimilitud: una teoría es verosímil si la clase completa de sus modelos es *similar* al sistema real. Si la teoría contiene supuestos idealizados contrafácticos, entonces tiene que ser comparada con los enunciados factuales a través de la concretización, donde las idealizaciones son removidas. Así, cuando la teoría idealizada era verdadera en un modelo, la teoría factual resulta verdadera en el sistema real. Por otra parte, cuando los modelos varían en todas las estructuras satisfaciendo la teoría, esta es aproximadamente verdadera. De este modo, Niiniluoto considera que el realismo constructivo de Giere puede comprenderse en el marco de su realismo crítico basado en los conceptos de verdad aproximada y verosimilitud. Conceptos que, precisamente, brindan una adecuada caracterización de la relación de referencia¹².

Resulta sorprendente en estas formulaciones que, si bien Niiniluoto reformula sus nociones de verdad aproximada y verosimilitud en función de cierta noción de modelo, al ofrecer sus definiciones de referencia, los modelos no parecen cumplir ningún papel relevante. Niiniluoto no tiene reparos al afirmar que los términos de las teorías (y aquí no se refiere a las teorías factuales, sino a los términos teóricos de las teorías idealizadas, de las

¹² Recordemos las definiciones de referencia propuestas por Niiniluoto y aquí expuestas en el Capítulo I: (1) Un término *t* que tiene lugar en una teoría *T* refiere al objeto real *b* que maximiza el grado de verdad aproximada de la teoría relativa al sistema que consiste en el objeto *b*. (2) Un término *t* que tiene lugar en la teoría *T* refiere al objeto real *b* que maximiza el grado de verosimilitud de la teoría relativa al objeto *b*.

teorías de la ciencia en general) refieren a *objetos en el mundo real*. Según he señalado, el éxito referencial se debe, según el autor, a qué tipos de objetos *existen en el mundo real*. Cuando afirmo que los realistas suponen que la relación de referencia es una relación directa, me refiero a estas explícitas afirmaciones de Niiniluoto. Incluso queriendo ampliar su definición de referencia de manera tal que tenga vinculación con la noción de modelo (por medio de las redefiniciones de verdad aproximada y verosimilitud), Niiniluoto parece no lograr captar, en su concepción de referencia, la verdadera relevancia que los modelos tienen en las ciencias fácticas: no advierte que son los modelos los referentes directos de las teorías científicas. Incluso, si se atiende al modo en que durante los últimos tiempos la noción de modelo ha venido tratándose en la filosofía de la ciencia, se comprueba que su concepción de modelo científico sigue anclada a una visión tradicional. A continuación se precisarán estas afirmaciones.

Tanto la concepción sintáctica de las teorías científicas como la semántica adoptan el concepto de modelo acuñado en ciencias formales y lo trasladan a las ciencias fácticas. La concepción sintáctica asimila la distinción entre teoría y modelo a la distinción lógica entre sintaxis y semántica. De este modo, los modelos dependen en sentido lógico de la teoría: si la teoría, en tanto sistema axiomático, define la clase de sus modelos, estos no aportan información adicional significativa que no esté ya contenida en la teoría. La concepción semántica, por su parte, representa un avance respecto de su predecesora en la medida en que la identidad de la teoría ya no depende de su particular presentación formal. No obstante, como afirman Margaret Morrison (1999) y Mauricio Suárez (1999), al identificar la teoría a través de la clase de sus modelos, en la concepción semántica la distinción entre teoría y modelo colapsa: la noción de modelo que utiliza este enfoque no parece suficientemente rica como para capturar las múltiples y específicas funciones que cumplen los modelos en la investigación y la práctica en ciencias fácticas.

Tomemos, por ejemplo, el caso del péndulo. Los péndulos reales no son isócronos: los más livianos y los más pesados no tienen el mismo período, como así tampoco los de diferente longitud; además, todos los péndulos terminan por detenerse luego de un número suficiente de oscilaciones. Por el contrario, el péndulo ideal, donde la fricción, la resistencia

del aire y el peso de la cuerda no existen, es totalmente isócrono. En física se dice que el péndulo ideal es un modelo del péndulo real, y es a él que se aplica la ley de isocronía; a su vez, el péndulo ideal representa de algún modo al péndulo real. Aparecen así claramente los tres polos de la relación:

Teoría ↔ modelo ↔ realidad

En el ejemplo que nos ocupa, no cabe duda que la ley de isocronía describa adecuadamente el péndulo ideal; la cuestión científicamente relevante es la relación entre el péndulo ideal y los péndulos reales que se comportan de un modo no isócrono. En otras palabras, los aspectos epistemológicamente interesantes de un modelo en ciencias fácticas se manifiestan, no en tanto el modelo es modelo *de una teoría*, como lo conciben las concepciones sintáctica y semántica, sino en tanto es modelo *de un sistema real*.

Estas consideraciones nos permiten introducir la noción de “*modelo como mediador*”: modelo *de un sistema real para una teoría* (cfr. Lombardi 1998, Morgan y Morrison 1999). En efecto, el sistema real que la teoría pretende describir siempre involucra una enorme cantidad de factores que se resisten a su tratamiento pormenorizado; además, muchos factores suelen ser irrelevantes a la luz de la propia teoría y, por tanto, pueden ignorarse en la descripción. El modelo es, entonces, un objeto abstracto, conceptualmente construido, en el cual se consideran como variables sólo los factores relevantes, a veces se suponen las propiedades de los elementos inobservables del sistema real, e incluso en algunos casos se introducen entidades ideales inexistentes en la realidad. Así, por ejemplo, se construye conceptualmente el modelo del péndulo real como un péndulo sin rozamiento y con hilo inextensible, o el modelo de un gas real como un conjunto de pequeñas esferas macizas que interactúan de acuerdo con las leyes del choque elástico.

Morrison (1999, 2005) identifica las características principales de los modelos como mediadores:

- Los modelos no son derivables de la teoría; por el contrario, en general su formulación es condición necesaria para la aplicación de la teoría a un sistema real.

- Los modelos no son derivables de los datos empíricos a través de técnicas estadísticas; por el contrario, en general los modelos involucran supuestos conceptuales y teóricos sustanciales.
- Los modelos tienen la importante propiedad de reemplazar a los sistemas reales en tanto referentes directos de las teorías.
- Un modelo actúa como mediador en la medida en que lleva consigo un conocimiento particular o “local” específico acerca del sistema real del cual es modelo.

Estas características brindan al modelo una cierta autonomía tanto respecto de la teoría como respecto de la realidad. En palabras de Margaret Morrison y Mary Morgan, los modelos se convierten en “*agentes autónomos*”: “Es precisamente debido a que los modelos son parcialmente independientes tanto de las teorías como del mundo, que poseen este componente autónomo y pueden, así, ser utilizados como instrumentos en la exploración de ambos dominios”¹³ (Morrison y Morgan 1999, p. 10). O, como afirma Morrison, puesto que un modelo es portador de un conocimiento “local” específico, posee una naturaleza híbrida (ni teoría, ni realidad): el modelo adquiere vida por sí mismo y se hace manifiesto su papel como mediador (Morrison 1999).

Como puede observarse, para Morrison, una de las principales características de los modelos es la de ser los referentes directos de las teorías. Esto significa que la teoría no refiere directamente a la realidad; por el contrario, su referente directo es el modelo, el cual se relaciona a su vez con lo real. Por lo tanto, toda teoría de la referencia que se pretenda formular para dar cuenta de cómo funciona el lenguaje de la ciencia, debería tomar en cuenta el papel mediador que cumplen los modelos. Como hemos visto, a pesar de su explícita alusión a modelos, Niiniluoto continúa concibiendo la referencia como una relación que vincula directamente teoría y realidad, y los referentes de los términos teóricos

¹³ En muchos casos, el modelo se propone para explicar un nuevo fenómeno en el marco de una teoría ya establecida. Pero en otras muchas ocasiones, la teoría se formula junto con el modelo que funciona como su referente paradigmático. Cuando esto sucede, teoría y modelo surgen y se imponen en un mismo proceso histórico. Hay, además, casos en los que una teoría se aplica a situaciones que exceden el modelo original (*cf.* Lombardi 2010).

de las teorías como *objetos* que existen en el mundo real, y no como elementos del modelo que opera como mediador entre ambos polos.

Por otra parte, cuando se consideran las diferentes operaciones que intervienen en la formulación de los modelos en ciencias empíricas, se manifiestan otros presupuestos del realismo crítico. De acuerdo con Olimpia Lombardi (2010), algunas de estas operaciones son:

- *Recorte del sistema*: se ignoran ciertos factores que intervienen en el sistema real debido a que se los considera irrelevantes a la luz de la teoría; por ejemplo, el color de un cuerpo respecto de su movimiento descrito por la mecánica clásica.
- *Simplificación del sistema*: se ignoran ciertos factores que intervienen en el sistema real debido a que su incidencia se considera despreciable frente a la de otros factores en la ocurrencia del fenómeno bajo estudio; por ejemplo, el efecto del rozamiento en el movimiento de un objeto sobre un carril de aire. Tanto esta operación como la anterior limitan el número de las variables que intervienen en el modelo, así como de las relaciones establecidas entre ellas.
- *Identificación por caso límite*: se asimilan fenómenos en principio diferentes sobre la base de concebir uno de ellos como “caso límite” del otro; ejemplo de este caso es el recurso de Galileo de identificar el movimiento de caída libre de una bola con su movimiento de caída al rodar por un plano inclinado, para el caso límite de una inclinación del plano de 90° .
- *Postulación de entidades ideales*: se representan ciertos elementos del sistema real por medio de entidades abstractas, generalmente de carácter matemático o geométrico, a fin de facilitar la descripción del fenómeno de interés; ejemplo de ello es la postulación de masas puntuales, planos infinitos, etc.
- *Postulación de estructuras*: cuando en la práctica resulta imposible determinar la naturaleza y las propiedades de los elementos del sistema real bajo estudio, se postula una cierta estructura interna y se definen las relaciones entre los elementos de tal

estructura; este es el caso del estudio de las propiedades de los gases por medio de la teoría cinética.

Esta diversidad de operaciones, que generalmente se combinan en la construcción de un modelo en ciencias empíricas, pone de manifiesto la naturaleza de la relación de representación entre modelo y sistema real: no se trata de una relación “pictórica”. Un modelo *representa* un sistema real, pero no en el modo filosófico tradicional de concebir la relación de representación, es decir, *no estamos frente a una relación especular en la cual a cada elemento del modelo corresponde un elemento del sistema real*. Por el contrario, entre ambos se establece una relación compleja, de sistema a sistema, donde algunas variables del sistema real pueden no aparecer en el modelo (por ejemplo, como resultado del recorte y la simplificación del sistema real) y, a su vez, algunas variables del modelo pueden no poseer su correlato en el sistema real (este es el caso típico de modelos que introducen entidades no directamente observables, cuyas propiedades no pueden ser determinadas por vía empírica en el sistema real; recuérdese, por ejemplo, el caso de posición y velocidad de las partículas en los modelos cinéticos de los gases). Como sostiene Lombardi (1998, 2010), esta correspondencia *holística* entre modelo y sistema real se manifiesta más claramente en formulaciones de mayor nivel teórico como, por ejemplo, la mecánica cuántica, con la noción de estado cuántico y la compleja relación del estado y los observables cuánticos con las magnitudes efectivamente medidas.

Cuando se toma en cuenta esta característica de los modelos, se manifiesta claramente la limitación del enfoque atomístico del lenguaje que subyace al realismo crítico. Como ya fue señalado, en las discusiones tradicionales los realistas críticos conciben la referencia como una relación uno-a-uno entre los términos de la teoría (signos del lenguaje) y los supuestos referentes de esos términos que son, en última instancia, las entidades existentes en el mundo real. Pero si se admite que las teorías refieren directamente a sus modelos, y que los modelos no poseen una relación “especular” con la realidad, el supuesto de una relación biunívoca entre signos lingüísticos y entidades reales pierde toda plausibilidad, al menos en el caso del lenguaje de la ciencia. En consecuencia, las ideas de *similaridad*, a la manera de Giere, y de *isomorfismo*, en términos de van Fraassen, entre modelo y sistema

real, ideas que de algún modo heredan los supuestos del atomismo lingüístico, pierden todo sustento a la luz del modo en que los modelos operan en ciencias fácticas.

Finalmente, cabe recordar el modo en que los modelos se utilizan en la práctica cotidiana de la ciencia. Supóngase que se desea describir un cierto fenómeno, como, por ejemplo, la trayectoria de una bola de billar frente al golpe del taco antes de su choque contra una de las bandas. En este caso, puede ser suficiente modelizar el fenómeno como una partícula puntual bajo la acción de una fuerza. Pero si se trata de dar cuenta de la caída de la bola en la tronera cuando no se dirige directo a ella, seguramente será necesario considerar la bola como un cuerpo rígido al que se le ha suministrado una fuerza que no pasa por su centro de masa. Este sencillo ejemplo pone de manifiesto que *no existe "el" modelo de un sistema real* dado, sino una multiplicidad de modelos según los factores considerados relevantes, la eventual postulación de entidades ideales, el supuesto de estructuras inobservables, etc. La elección del modelo a utilizar en la aplicación de una teoría depende del interés que mueve al científico en cada caso particular. Por ejemplo, en general es legítimo describir el movimiento de un cuerpo como el de una masa puntual cuando sus dimensiones son inferiores a la precisión de los instrumentos utilizados para determinar longitudes; tal vez pueda despreciarse el efecto gravitatorio de la Luna si se desea describir la órbita terrestre alrededor del Sol, pero no puede hacerse lo mismo si lo que se pretende explicar es el comportamiento de las mareas. Por lo tanto, dado un cierto sistema real, *no es posible considerar uno de sus modelos como "mejor" que otro en un sentido absoluto*, sino sólo en relación con los objetivos específicos de la aplicación particular que se lleva a cabo. Existen, sí, modelos más complejos que otros, en el sentido de involucrar mayor cantidad de factores o estructuras más articuladas, pero esto no implica que deba preferirse el modelo de mayor complejidad en todos los casos. Por el contrario, en muchas situaciones los modelos más sencillos permiten describir de un modo conceptualmente más claro y preciso ciertos aspectos del sistema real bajo estudio

Esta última característica de los modelos tal como se utilizan en la práctica científica implica el golpe de gracia a la idea de referencia del lenguaje científico que manejan los realistas científicos. No sólo la referencia no es una relación directa sino mediada por un

modelo, no sólo la relación entre términos y objetos no puede concebirse como un isomorfismo cuando se reconoce el carácter holístico de la representación de los modelos, sino que, además, no es posible identificar un único modelo que permita identificar de un modo unívoco los objetos de la realidad supuestamente referidos por los términos del lenguaje. Por lo tanto, frente a ello resulta difícil pensar qué responderían los realistas críticos a todo esto, cuando permanecen fieles a la idea de que, en última instancia, las teorías “recogen” lo que verdaderamente existe en la realidad.

En resumen, en las discusiones acerca del realismo científico, en general se olvida el papel que cumplen los modelos en ciencias. Esto trae como consecuencia pensar la ciencia bajo el supuesto de que hay una relación directa, única e isomórfica entre los términos del lenguaje científico y los objetos de la realidad. En el caso de Niiniluoto, los modelos aparecen en la discusión puesto que el autor incorpora algunos elementos de la concepción semántica de las teorías científicas. Pero lo hace *luego* de haber presentado su teoría de la referencia, la que supuestamente garantizaba la continuidad referencial y, por lo tanto, una visión progresiva del desarrollo de la ciencia. En ese momento fundamental de su argumentación, la noción de modelo brillaba por su ausencia. Pero concedamos que atiende, realmente, a los modelos. Aun así, Niiniluoto traslada sin más su modo de concebir la relación entre teoría y modelo a la relación entre modelo y sistema real a través de la “teoría factual”. Esta extrapolación se hace posible porque concibe la relación entre modelo y sistema real en términos especulares, de una correspondencia única, biunívoca, no holística, entre los elementos del modelo y los elementos de la realidad, a imagen de la concepción de la referencia desde el enfoque atomístico del lenguaje. En otras palabras, las características de la relación de verdad y referencia que se da entre teoría y modelo se trasladan a la relación de similaridad que se da entre modelo y sistema real (*cfr.* Córdoba y Lombardi 2012b).

En conclusión, la discusión entre realistas y antirrealistas, así como los debates acerca del progreso científico, suelen darse en términos representacionistas, es decir, se piensa en función de relaciones bipolares (entre teoría y realidad; entre lenguaje y mundo), siendo, además, la relación de representación comprendida conforme a un modelo pictórico o

especular. Pero una vez que se admite que el modelo media entre teoría y realidad, ya no cabe pensar en una relación especular entre lenguaje científico y realidad y, por tanto, tampoco adoptar una concepción atomística del lenguaje. Por otra parte, frente a la innegable situación de que, de hecho, no existe *el* modelo de un sistema real dado, sino una multiplicidad de modelos, y que la elección del modelo no viene dada por *la realidad*, sino que depende de los intereses de los científicos en cada caso particular, resulta difícil seguir sosteniendo acríticamente la idea de que la teoría describe, siquiera aproximadamente, cómo es el mundo en sí mismo. En definitiva, cuando se considera el papel que cumplen los modelos en ciencias empíricas, el problema del realismo exige una revisión profunda.

CAPÍTULO III

Relaciones interteóricas en las filosofías de las ciencias particulares

En la historia de la filosofía de la ciencia, el problema de las relaciones entre distintas teorías científicas ha ocupado un lugar de privilegio en discusiones ya tradicionales. Desde diversas perspectivas, en la filosofía general de la ciencia se afirma que no hay teoría que no mantenga relaciones significativas con otras teorías. A diferencia de lo que he señalado respecto de los argumentos formulados en el marco del debate entre realistas y antirrealistas en relación con el problema de la referencia de los términos científicos, el problema de las relaciones interteóricas en filosofía general de la ciencia no ha sido abordado exclusivamente desde una perspectiva diacrónica; también ha sido discutido desde una perspectiva sincrónica. Actualmente la discusión en torno a las relaciones interteóricas sincrónicas cobra una especial relevancia en el marco de la reflexión de las filosofías de las ciencias particulares.

Dado que el caso particular de relación interteórica que ha sido el indiscutido protagonista del debate es el caso de la reducción, recordaré, en primer lugar, los distintos sentidos en que puede hablarse de reducción. En segundo lugar, expondré en qué consiste el modelo clásico nageliano de reducción. En tercer lugar, me referiré a las críticas que ha sufrido este modelo de parte de la filosofía general de la ciencia y también de parte de las filosofías de las ciencias particulares. A continuación, consideraré los conceptos de superveniencia y de emergencia, que se han presentado como desafíos a la noción de reducción. Por último, analizaré cómo el modelo nageliano tradicional es recuperado recientemente en ciertas filosofías de las ciencias particulares.

III.1 Tipos de reducción

En su caracterización más general, el *reduccionismo* es la posición según la cual los ítems de un cierto ámbito pueden obtenerse, en algún sentido, a partir de los ítems de otro ámbito. Esta idea de reducción atraviesa el pensamiento filosófico occidental desde sus inicios. Para los antiguos filósofos presocráticos, existe una “unidad en la diversidad” que permanece a pesar de la multiplicidad de los seres. La idea aparece luego en Aristóteles y sus cuatro elementos, en el corpuscularismo de Robert Boyle, en los intentos de James Clerk Maxwell de asimilar las ondas electromagnéticas a vibraciones del éter, en el programa de Ludwig Boltzmann de explicar la segunda ley de la termodinámica en términos mecánicos. Todas estas concepciones tienen algo en común: son manifestaciones históricas de la idea de reducción.

A pesar de su larga historia, o tal vez precisamente por ello, al igual que ‘realismo’, ‘reducción’ se dice de muchas maneras. Aquí distinguiré tres sentidos del término ‘reducción’.

La reducción *semántica* es una relación entre lenguajes, y en el ámbito epistemológico se concibe como la traducción de un lenguaje científico a otro. El reduccionismo semántico es la propuesta de reducción de todo el lenguaje de la ciencia a un lenguaje neutral de observación, bajo los supuestos de un empirismo extremo y una desmedida desconfianza respecto de los términos teóricos de la ciencia. Esta postura fue adoptada por algunos positivistas lógicos y empiristas radicales de principios del siglo XX, con el propósito de preservar el carácter acumulativo de la ciencia frente a las revoluciones científicas de la época. Sin embargo, el programa de reducción semántica del lenguaje de la ciencia muy pronto se mostró impracticable, y el programa fue paulatinamente abandonado por sus propios defensores originales, como fue el caso de Rudolf Carnap. En el presente trabajo no me ocuparé de este tipo de reducción.

La reducción *interteórica* es una relación entre teorías y consiste en la deducción de las leyes de una teoría a partir de las leyes de otra. Frente al fracaso de la reducción semántica, el reduccionismo interteórico intentó fundar el progreso científico acumulativo en la idea de que las teorías antiguas se reducen a las nuevas teorías. Pero esta perspectiva

admite también otro tipo de reducción interteórica: la que se daría entre teorías que, en principio, refieren a dominios diferentes. Esta forma de reducción interteórica refuerza el ideal de unificación de la ciencia basado en una organización jerárquica de las teorías y disciplinas científicas. A este tipo de reducción me referiré extensamente en la próxima sección.

Tanto la reducción semántica como la interteórica son relaciones entre ítems lingüísticos: son las formas de reducción abordadas por la filosofía de la ciencia tradicional, que eludió la dimensión ontológica para limitarse al ámbito lingüístico. Es durante las últimas décadas del siglo XX, y principalmente en el campo de las filosofías de las ciencias particulares –de la biología, de la química, de la física–, que comienza a recuperarse la reflexión acerca de aquello a lo cual lo lingüístico refiere. En este contexto reaparece la idea de reducción *ontológica*, como relación entre dominios de la realidad, según la cual los ítems de un cierto dominio son, en último análisis, ítems de un dominio más básico. Esta idea de reducción, que surge ya en la filosofía presocrática y renace en numerosas ocasiones en la filosofía posterior, es la que se juega cuando se analiza la relación entre el mundo clásico, determinista y local, y el mundo cuántico, indeterminista y no-local; o cuando se intenta comprender la relación entre las evoluciones termodinámicas irreversibles de un gas y las evoluciones mecánicas reversibles de las partículas que lo componen; o en las preguntas acerca de la autonomía o dependencia del dominio químico respecto de la realidad física; o en las discusiones acerca de la relación entre microevolución y macroevolución biológicas.

El reduccionismo ontológico suele funcionar, implícita o explícitamente, como justificación del reduccionismo interteórico: si un dominio *A* de la realidad se reduce ontológicamente a otro *B*, cabe esperar que la teoría que describe a *A* se reduzca interteóricamente a la teoría que describe a *B*. A su vez, este “matrimonio” entre reduccionismo ontológico e interteórico se encuentra en completa resonancia con un realismo de corte metafísico, según el cual la realidad independiente del sujeto tiene una única estructura bien definida, y la ciencia se encamina a describirla cada vez con mayor precisión.

Finalmente, cabe mencionar la reducción *metodológica* que, como su nombre lo indica, es una relación entre metodologías científicas. Quien adopta un reduccionismo metodológico supone que existe un único método científico legítimo al que todas las disciplinas científicas deben adherir. En general dicho método privilegiado es el de la disciplina “primaria” o “fundamental”, que tradicionalmente se identifica con la física. Quienes se oponen al reduccionismo metodológico sostienen que la especificidad de cada disciplina exige estrategias propias e irreducibles para alcanzar el conocimiento científico. Estos reclamos contra el “imperialismo” metodológico de la física, comúnmente provenientes de las ciencias sociales, también se formulan desde la biología y la química: estas disciplinas reconocen que la naturaleza de sus objetos de estudio impide el tratamiento genérico y formalizado propio de las ciencias físicas. Si bien esta forma de reducción abre interesantes cuestiones filosóficas, tampoco será objeto de discusión en el presente trabajo.

III.2 *El modelo de reducción de Nagel*

El *locus* clásico de la reducción interteórica es el Capítulo 11 del clásico texto de Ernst Nagel, *La Estructura de la Ciencia* (1961). Según este enfoque clásico, la reducción es una relación lógica entre teorías: la teoría reducida se *deduce* a partir de la teoría reductora, junto con algunas condiciones auxiliares singulares. En otras palabras, lo único que se agrega a la teoría reductora para efectuar la reducción es un conjunto de enunciados analíticos o condiciones contingentes; por lo tanto, la teoría reducida no agrega contenido nomológico a la teoría reductora.

Nagel distingue dos casos de reducción: la reducción homogénea y la reducción heterogénea. En los casos de reducción *homogénea*, la teoría reducida no presenta términos que están ausentes en la teoría reductora, es decir, términos nuevos relativamente a esta última. Para los casos en los que no todos los términos de la teoría reducida aparecen en la teoría reductora, Nagel introdujo la noción de reducción *heterogénea*. Dado que no es posible deducir enunciados formulados en un vocabulario a enunciados formulados en otro vocabulario, es necesario establecer una conexión entre los términos de ambas teorías.

Para que la reducción sea exitosa Nagel impone dos condiciones: conectabilidad y derivabilidad. La *conectabilidad* exige que, para cada término en la teoría a ser reducida, haya un término en la teoría supuestamente reductora que corresponda a aquel. De acuerdo con la exigencia de *derivabilidad*, dada la conectabilidad, las leyes de la teoría a ser reducida deben poder derivarse a partir de las leyes de la teoría supuestamente reductora en conjunción con condiciones auxiliares. En el caso de la reducción homogénea, la conectabilidad se satisface trivialmente, dado que las dos teorías tienen los mismos términos relevantes. Cuando la reducción es heterogénea es necesario introducir enunciados que conecten los términos de la teoría reducida y los enunciados de la teoría reductora; tales enunciados suelen ser denominados "*leyes puente*".

Los ejemplos paradigmáticos de reducción homogénea, presentados por el propio Nagel, son la incorporación de la ley de caída de Galileo y las leyes de Kepler en la teoría mecánica y de gravitación de Newton. Si bien la reducción es una relación lógica entre teorías, la reducción homogénea lleva implícito un sentido diacrónico: la teoría reducida precede a la teoría reductora. Esto significa que la teoría reductora subsume a la reducida y, por tanto, constituye una superación respecto de la teoría reducida en la medida en que da cuenta de lo que explicaba la teoría reducida y de nuevos fenómenos. Es claro que esta forma de reducción diacrónica apunta a una idea de progreso científico según la cual las teorías anteriores quedan subsumidas en las teorías posteriores, las cuales brindan más información que las precedentes, además de ser más precisas y correctas respecto de lo que ya afirmaban las teorías anteriores. Esta idea de progreso supone un modelo lineal de cambio teórico, donde las teorías se suceden reemplazándose, y donde, por supuesto, se preserva la referencia. Los supuestos acerca del cambio científico y del progreso que subyacen a la noción de reducción homogénea son los que heredarán, en una versión más sofisticada, los realistas actuales, incluidos aquellos que se inscriben en el realismo crítico.

En el presente trabajo no me ocuparé de la reducción homogénea, sino que me detendré en la idea de reducción heterogénea. Como ejemplo de este tipo de reducción, Nagel se refiere al caso de la reducción de la ley de los gases de Charles-Boyle a la teoría cinética de los gases, donde los conceptos de temperatura y presión, que no figuran entre

los conceptos mecánicos de la teoría cinética, se conectan con aspectos medios del movimiento de las moléculas constitutivas. Nagel considera que este caso es ilustrativo del caso paradigmático de reducción interteórica: la reducción de la termodinámica a la mecánica estadística, que ya entonces se había convertido en un lugar común de la filosofía de la ciencia: “La teoría clásica del calor ha sido reducida a la mecánica estadística” (Kemeny y Oppenheim 1956, p. 7). Esta idea condujo a Nagel a considerar que el término ‘temperatura’ de la termodinámica puede reducirse definicionalmente a términos de la mecánica estadística: la temperatura de un gas se identifica con el valor medio de la energía cinética de las moléculas que lo componen (Nagel 1961).

El caso de reducción heterogénea tiene, principalmente, un sentido sincrónico: se trata de la relación entre teorías que continúan vigentes en el cuerpo de la ciencia actual. El significado y el alcance de este tipo de reducción dependen, en gran medida, de cómo se consideren las “leyes puente” que conectan los términos de las teorías reducida y reductora. Si fueran efectivamente leyes, la reducción establecería una relación interteórica sin connotaciones jerárquicas entre los relata: sería el caso de dos teorías que, además de sus leyes intrateóricas, mantienen nexos con otros dominios a través de leyes interteóricas. Pero, en este caso, quedaría muy poco claro el uso del término ‘reducción’ para designar esta relación, puesto que dicho término involucra implícitamente la idea de relación asimétrica entre las teorías así vinculadas.

No obstante, no es este el tipo de relación que se supone en el caso de la reducción heterogénea. Por el contrario, en general se asume, a veces implícitamente, que los enunciados que conectan las teorías reducida y reductora no son realmente leyes, sino definiciones que vinculan los términos de ambas teorías o, a lo sumo, condiciones auxiliares. En cualquier caso, se asume que sólo es necesario agregar enunciados analíticos o condiciones contingentes a la teoría reductora para que pueda llevarse a cabo efectivamente la deducción de la teoría reducida. Por lo tanto, la teoría reducida no agrega contenido nomológico a la teoría reductora: la teoría reducida es sólo un medio económico para decir lo mismo que, en principio, podría decirse exclusivamente con la teoría

reductora. Como afirman José Díez y Ulises Moulines (1997), la teoría reducida representa una simplificación de la teoría reductora, es más económica pero también más “grosera”.

La idea nageliana de reducción heterogénea se formula en el contexto de la concepción sintáctica de las teorías científicas, y se enmarca en un programa más vasto: un programa reduccionista, de acuerdo con el cual las teorías científicas se organizan jerárquicamente y la ciencia en su conjunto progresa hacia su unidad, la que se alcanzaría reduciendo todas las disciplinas científicas a una sola; a su vez, dentro de esta disciplina más básica, todas las teorías se reducirían a una sola teoría fundamental. La idea subyacente a este programa es que, en principio, debería existir una teoría que explicara todas las demás, y que diera cuenta de todos los fenómenos del universo. Esta idea es la que se encuentra a la base de la denominación de ‘ciencias básicas’ y ‘ciencias especiales’, poniendo de manifiesto el supuesto de que estas últimas dependen, en algún sentido, de las ciencias básicas. Análogamente, las teorías ‘fundamentales’ serían aquellas que, al menos en principio, deberían poder reducir a las teorías meramente ‘fenomenológicas’.

Hasta aquí el tema de la reducción se ha presentado en términos lógicos, lingüísticos, y epistémicos, tal como lo hace Nagel en su presentación: se ha hablado de deducción de teorías, definición de términos y contenido nomológico de las teorías involucradas. Este es el modo en que la concepción heredada ha abordado los problemas de la ciencia, desde su postura fuertemente reticente a encarar cuestiones ontológicas. Sin embargo, es difícil ignorar que la idea de reducción heterogénea, en su aplicación sincrónica, implícitamente involucra supuestos ontológicos acerca de aquello a lo que las teorías refieren. En particular, se supone que la teoría reducida “dice lo mismo” que la teoría reductora porque ambas “hablan de lo mismo”.

Este modo tradicional de concebir las relaciones interteóricas en términos de reducción es perfectamente consistente con el realismo científico en su aspecto metafísico: existe una ontología única independiente del sujeto cognoscente y, por tanto, una única descripción *objetiva* de tal ontología, descripción que por supuesto coincide con la que brinda la teoría reductora; la teoría reducida es una simplificación útil, pero que no describe la realidad en todos sus detalles. En consecuencia, las únicas entidades, propiedades y

relaciones realmente existentes son aquellas que pertenecen a la ontología de la teoría reductora. Los términos singulares y los predicados que introduce la teoría reducida carecen de referentes ontológicos independientes: sólo son medios económicos para decir lo mismo que, en principio, podría decirse sin ellos. En otras palabras, la idea de reducción interteórica se sustenta sobre el supuesto de reducción ontológica. Por ejemplo, un gas *no es más* que un conjunto de partículas en interacción, y su temperatura *no es más* que el valor medio de la energía cinética de tales partículas: las palabras 'gas' y 'temperatura' no tienen otro referente que el que les brinda la teoría mecánica microscópica. Como afirma Lawrence Sklar para el caso de la reducción de la óptica física al electromagnetismo, en el modelo nageliano los términos de estas teorías vinculados definicionalmente entre sí refieren a una única clase de entidades: "las ondas de luz no están correlacionadas con las ondas electromagnéticas, *son* ondas electromagnéticas" (Sklar 1967, p. 120). De este modo, las diferentes teorías y disciplinas, que se organizan jerárquicamente entre sí, describen una única ontología: "la química nos dice que un pedazo de madera es 'realmente' un complicado arreglo de muchos tipos de moléculas unidas entre sí; la física atómica nos dice que las moléculas son 'realmente' varios átomos mantenidos juntos por fuerzas atómicas; la teoría de partículas nos dice que los átomos son 'realmente' partículas elementales en interacción, y así sucesivamente" (Rohrlich 1988, pp. 295-296).

Si bien la imagen de ciencia que subyace a la reducción nageliana se encuentra aún fuertemente instalada en la concepción de la ciencia que prevalece en la propia comunidad científica, el modelo tradicional de reducción ha sido objeto de numerosas y diferentes críticas.

III.3 Las críticas a la reducción interteórica

La idea de reducción ha sido cuestionada desde diferentes puntos de vista. Desde una perspectiva diacrónica, se la ha objetado a partir de la consideración de la historia de la ciencia, y también apelando a la noción de inconmensurabilidad. Desde una perspectiva sincrónica, se ha objetado su aplicabilidad en la práctica de la ciencia.

Ya Pierre Duhem (1906 [1954]), si bien propugnaba una visión de ciencia unificada, cuestionaba toda idea reduccionista. Según Duhem, por ejemplo, la incorporación de las leyes de Kepler en la teoría más general de Newton, caso que ejemplificaría la reducción homogénea según Nagel, fracasa porque la ley de gravitación universal contradice formalmente las leyes de Kepler. De acuerdo con Duhem, si la teoría de Newton es correcta, las leyes de Kepler son necesariamente falsas. En efecto, de acuerdo con la teoría de Newton, cada planeta se mueve no sólo por influencia de la atracción gravitacional mutua con el Sol, movimiento que resultaría en órbitas elípticas, sino también por influencia de todas las masas restantes en el universo, especialmente las de otros planetas, lo que distorsiona el patrón elíptico regular.

Duhem también ataca las ideas reduccionistas desde una perspectiva sincrónica afirmando, por ejemplo, que no debe pensarse la relación entre termodinámica y mecánica en términos de reducción, sino más bien en términos de complementariedad. Dado que la propuesta de Duhem pretende ofrecer una concepción de unificación científica sin reducción, sostiene que, en lugar de reducción, lo que hay es una integración de la teoría macro y la teoría micro. No hay, según Duhem, una noción de “ley fundamental” o “propiedad básica”; los principios microscópicos complementan la teoría macroscópica en un todo integrado, sin que se presuponga la primacía de una teoría sobre la otra. Afirma también Duhem que en los casos en que los científicos hablan de derivación de una ley o teoría a partir de otra teoría, no tienen en mente una derivación deductiva, sino un argumento por aproximación.

También Paul Feyerabend (1962) criticó tempranamente la idea de reducción como deducción, refiriéndose al caso de teorías que se suceden en el tiempo. El propósito de Feyerabend consistía en cuestionar la imagen de una ciencia que avanza subsumiendo reductivamente teorías previas. En contra de esta imagen, como ya fue señalado, propuso la imagen de una ciencia en la que cada teoría conlleva su propia ontología, de manera que no es posible reducir una teoría a otra puesto que las teorías son inconmensurables. El ataque del modelo de reducción en base a una idea inconmensurabilista se funda tanto sobre argumentos semánticos como sobre argumentos cuyas tesis principales son ontológicas.

Desde una perspectiva semántica, la idea de la variación del significado de una teoría a otra –idea a la que me he referido en el Capítulo I– involucra un cambio ontológico: la ontología de teorías sucesivas cambia al variar el significado de los términos involucrados en ellas. Y el significado de los términos varía necesariamente con el cambio teórico, porque el significado de un término que tiene lugar en una teoría es determinado por los principios generales de la misma. Si esto es así, desde una perspectiva semántica, no hay modo de establecer vínculos entre términos cuyos significados son dados por contextos teóricos distintos, necesarios para que hubiera reducción. Desde una perspectiva ontológica, la genuina inconmensurabilidad entre las ontologías de teorías sucesivas produce una ruptura entre teorías distintas que impide considerar seriamente todo tipo de relación reductiva. Por ejemplo, Feyerabend afirma, en la misma línea que Duhem, que las leyes de Galileo y Kepler no se siguen de las leyes de Newton, sino que están en contradicción con ellas; los términos que tienen lugar en los contextos de las teorías de Kepler y Newton, no presentan un significado común.

Thomas Kuhn, quien puso en juego la tesis de la inconmensurabilidad, no sólo rechazaba la idea de reducción como deducción, sino que cuestionaba también una perspectiva que pretendía superar la concepción tradicional de la reducción por medio del reemplazo de la idea de definición por la idea de relación funcional. De acuerdo con la concepción reductivista tradicional, los nexos entre los términos de las teorías vinculadas reductivamente son principalmente definiciones, dado que un término de la teoría reducida se identifica por medio de una definición con un término de la teoría reductora. Implícitamente, entre los dos miembros de tal definición se establece una relación de identidad lógica. De acuerdo con la idea de relación funcional, en cambio, un término de la teoría reducida se asimila a una función, lógica o matemática, de uno o más términos de la teoría reductora. Esta idea subyace a ciertas versiones de la concepción estructuralista de reducción (Moulines 1985). Las relaciones funcionales tienen lugar cuando hay relaciones de muchos a uno entre las clases de modelos de la teoría reducida y la teoría reductora. En su discusión con Joseph Sneed y Wolfgang Stegmüller, Kuhn (1976) ponía de relieve los problemas que plantea esta manera de concebir la relación de reducción. El núcleo de su crítica consistía en señalar que la relación funcional –lógica o matemática– entre teorías

inconmensurables introduce implícitamente una identificación conceptual que permite la reducción, cuando el problema consiste precisamente en justificar tal identificación.

Hasta aquí se han considerado las objeciones al concepto de reducción desde una perspectiva diacrónica, críticas que provienen principalmente de la filosofía general de la ciencia. Pero también se han formulado críticas a la noción sincrónica de reducción, las cuales han surgido, en su mayor parte, del ámbito de las filosofías de las ciencias particulares. En este contexto, los cuestionamientos de la idea tradicional de reducción se encuentran en argumentos que apelan a la ciencia *tal cual es*. Es decir, se argumenta que la reducción fracasa a partir de la consideración de ejemplos de la ciencia real. Por ejemplo, Hans Primas (1983, 1994, 1998) ha rechazado el modelo nageliano de reducción afirmando que las relaciones entre teorías no son relaciones lógicas. Analizando ejemplos de la física y de la química, Primas señala la necesidad de identificar todas las condiciones auxiliares requeridas para que una teoría pueda deducirse de otra. Sobre esta base, sostiene que esas condiciones conforman el contexto que define el dominio de validez de la teoría deducida. Introduce así la noción de "ontología contextual" para referirse a la ontología que describe la teoría dependiente de un contexto. Harald Atmanspacher y Frederick Kronz (1998) retoman las ideas de Primas en su noción de "onticidad relativa". De acuerdo con esta noción, la dependencia contextual entre dos niveles de descripción puede desplazarse hasta cubrir toda la jerarquía de sistemas complejos. Según los autores, una teoría contextualmente derivada de otra más básica puede convertirse en más básica respecto de otra teoría de más alto nivel.

También posando la mirada sobre la práctica de la ciencia, Olimpia Lombardi y Ana Rosa Pérez Ransanz afirman que las limitaciones del modelo nageliano se fundan en el hecho de que las relaciones entre teorías distintas son más sutiles y variadas que lo que expresa dicho modelo. En particular, los nexos entre teorías, que se han considerado tradicionalmente como reductivos, suelen involucrar procedimientos de "paso al límite", introducción de "grano grueso", aproximaciones y otras técnicas mucho más complejas que la mera deducción lógica considerada por Nagel.

En este mismo marco que atiende a las teorías actuales y a la práctica efectiva de la ciencia, se encuentran variadas discusiones acerca de la reducción dentro de las filosofías especiales de la ciencia. En este terreno cabe destacar el debate acerca de las relaciones entre química y física, en particular, las discusiones acerca de la supuesta reducción de la química molecular a la mecánica cuántica.

Por un lado, el proyecto reduccionista –y unificacionista– de acuerdo con el cual la física ocupa el lugar de privilegio en la jerarquía de las ciencias y las restantes disciplinas deben, por tanto, reducirse a ella ha sido muy discutida y criticada en la filosofía de la ciencia. En general, los argumentos por medio de los cuales se pretende defender la idea de que no hay tal reducción apelan a la noción filosófica de reducción delineada por Nagel que ya he caracterizado. En el marco del rechazo de la idea nageliana de reducción, tiene lugar el rechazo de la idea de que la química se reduce a la física: sostienen algunos autores que no es posible deducir las leyes de la química de las leyes de la física, ni explicar los conceptos propios de aquella (como los de enlace químico, quiralidad, forma molecular y orbital) a partir de los conceptos de esta. Por ejemplo, Eric Scerri y Lee Mc Intyre (1997) se refieren a reducción cuantitativa y reducción conceptual. De acuerdo con estos autores, la reducción cuantitativa –el cálculo de propiedades químicas a partir de la mecánica cuántica– fracasa, dado que requiere técnicas de aproximación que sólo se justifican a partir de los mismos datos experimentales que se pretende calcular, es decir, de datos propios de la disciplina química que se pretende reducir. A su vez, la reducción conceptual también fracasa ya que la naturaleza misma de los conceptos químicos torna imposible este tipo de reducción.

En una línea muy similar, Krishna Vemulapalli y Henry Byerly (1999) afirman que la reducción interteórica falla incluso en casos relativamente simples. Las propiedades de un sistema químico, en general, no pueden explicarse en términos de las propiedades de sus microcomponentes físicos. Aun cuando las propiedades de un macrosistema químico pudieran ser derivadas a partir de aquellos micro-componentes, esto requeriría de supuestos adicionales relacionados con fenómenos macroscópicos. Una de las situaciones consideradas por los autores es el equilibrio en sistemas multicomponentes no ideales:

aunque exista un método para relacionar las propiedades de un sistema con las actividades de sus componentes, los valores numéricos de las actividades individuales deben obtenerse o bien empíricamente a partir de experimentos efectuados sobre el sistema, o bien teóricamente a partir de fuerzas intermoleculares postuladas, o bien a partir de otras hipótesis *ad hoc* que provienen del exterior del cuerpo principal de la teoría. Sea como fuere, no es posible deducirlos a partir de teorías que refieren únicamente a los microcomponentes del sistema. En el caso de sistemas no ideales en termodinámica estadística, las ecuaciones de estado usadas para estimar la energía de interacción entre moléculas no pueden ser deducidas a partir de ninguna teoría fundamental. “La reducción epistemológica fracasa radicalmente dado que los intentos de derivar explicaciones químicas específicas a partir de la física fundamental [...] sólo tiene éxito al derivar resultados químicos a partir de suponer datos químicos.” (Vemulapalli y Byerly 1999, p. 37).

Si bien el reduccionismo interteórico ha sido cuestionado, y partir de este cuestionamiento se ha pretendido defender la autonomía disciplinar y metodológica de la química respecto de la física, no ha sido rechazada la idea ontológicamente reduccionista según la cual, en última instancia, la realidad es aquella que describen las leyes de la física (Lombardi y Labarca 2005a). La reducción ontológica del mundo químico al mundo físico adjudica a las entidades y propiedades químicas una existencia meramente ilusoria o aparente, que obedece a nuestras limitaciones técnicas de observación y de cálculo. En otras palabras, la realidad independiente estaría poblada exclusivamente por las entidades y propiedades de la física fundamental. Por el contrario, la forma o estructura molecular no sería más que una “poderosa e iluminadora metáfora” (Woolley 1982, p. 4); los orbitales químicos no pueden ser visualizados porque en sentido estricto no existen (Scerri 2001). Bajo este supuesto, mientras la física se ocupa de estudiar la auténtica estructura de lo real, la química deviene una disciplina meramente “fenomenológica” que se ocupa de entidades “metafóricas”, en sentido estricto inexistentes, o al menos no subsistentes por sí mismas.

Como afirman Lombardi y Pérez Ransanz (2012), si existieran casos científicos en los cuales pudieran establecerse efectivamente nexos reductivos entre teorías, en esos casos

podríamos tener buenas razones para aceptar, aplicando la navaja de Ockam, que la ontología está poblada exclusivamente por los ítems de los que nos habla la teoría reductora. Pero, claramente, esta no es la situación en el caso de la relación entre física y química, puesto que la reducción interteórica ha mostrado sus fuertes limitaciones. Por lo tanto, la idea de reducción ontológica del mundo de la química a la ontología mecánico-cuántica parece ser un supuesto metafísico que no se respalda en la propia práctica de la ciencia. Como veremos en la próxima sección, algunos autores se enfrentan también a la idea de reducción ontológica desde perspectivas anti-reduccionistas.

III.4 Superveniencia y emergencia

El reduccionismo ontológico es una hipótesis demasiado fuerte para dar cuenta de la realidad a la que refieren las teorías científicas. Algunos autores encuentran en la realizabilidad múltiple el caso más claro para objetar las tesis ontológicamente reduccionistas. Esta idea fue formulada por Hilary Putnam (1967) en el ámbito de la filosofía de la mente, para argumentar que un estado mental no puede ser idéntico a un estado cerebral: los estados mentales individuales pueden realizarse en los diversos seres por medio de muy diferentes estados cerebrales. Jerry Fodor (1974) fue quien generalizó la aplicación de la idea de realizabilidad múltiple para argumentar que las ciencias particulares poseen un estatus autónomo respecto de la física, puesto que no son reductibles a ella: las propiedades con las que trabajan las ciencias particulares no son reductibles a propiedades físicas sino que supervienen a ellas.

Se dice que una propiedad *S* superviene a una propiedad *B* si tener la propiedad *S* depende de (descansa en, se realiza mediante) tener la propiedad *B*. En otras palabras, si no es físicamente posible que un particular *x* ejemplifique la propiedad *B* y no ejemplifique la propiedad *S*. El ejemplo paradigmático de realizabilidad múltiple en física es el que ofrece la relación entre mecánica estadística, en el nivel micro, y termodinámica macroscópica. A cada macroestado termodinámico corresponden múltiples microestados mecánicos; por ejemplo, un mismo valor de temperatura de un gas puede realizarse mediante innumerables disposiciones espaciales y velocidades de las partículas que componen el gas. Otro ejemplo

sencillo de realizabilidad múltiple es el que ofrecen las propiedades disposicionales, que no se pueden identificar con propiedades físicas microscópicas. Las propiedades disposicionales se realizan mediante propiedades microfísicas, pero la propiedad microfísica que realiza la propiedad disposicional no es la misma en todos los casos. Por ejemplo, el yeso y el vidrio son ambos frágiles, pero microfísicamente son totalmente diferentes: por lo tanto, ambos realizan la "fragilidad" pero desde estructuras microscópicas distintas.

Como muestran los ejemplos, en general se piensa la realizabilidad múltiple en el nexo entre propiedades macroscópicas y propiedades microscópicas. Una propiedad macro es múltiplemente realizable si (i) el hecho de que cada objeto particular la tenga depende de que cada objeto tenga determinada propiedad micro, pero (ii) en distintos objetos particulares la propiedad corresponde a distintas propiedades micro. En tal caso, no sólo el concepto expresado por el predicado macro es distinto del expresado por el predicado micro, sino que ni siquiera se puede identificar la propiedad macro con una propiedad micro determinada. Cuando las propiedades macro son múltiplemente realizables no es posible explicar la dependencia entre propiedades macro y micro reduciendo o identificando las primeras con las segundas. En estos casos, el reduccionismo ontológico, no es una explicación viable.

Según la idea de superveniencia, las propiedades macro, de las que generalmente se ocupan las ciencias especiales o las teorías consideradas "fenomenológicas", dependen de propiedades micro, consideradas "fundamentales", aun si no pueden reducirse a ellas. Según Díez y Moulines (1997), la noción de superveniencia elucida qué se entiende por dependencia, pero (salvo en el caso extremo de que la superveniencia se derive de la identidad) no explica metafísicamente a qué se debe tal dependencia. ¿Cómo es que unas propiedades supervienen a otras en los casos en que no hay identidad? ¿Qué vínculo metafísico hay entre ambas propiedades del que se deriva la superveniencia? Una posibilidad es tomar la relación de superveniencia como un primitivo metafísico bruto, algo que muchos se niegan a aceptar. Los recelos hacia esa posición pueden llevar a cuestionar la propia existencia de las propiedades macro y sostener que hay conceptos macro pero no

propiedades macro; los predicados macro no denotan una única propiedad, son términos ambiguos que en cada ocasión denotan alguna de entre varias propiedades básicas. O de otro modo, si se quiere considerar que denotan propiedades, estas deben ser en todo caso propiedades “de segundo orden”, donde una propiedad de segundo orden es la “propiedad consistente en tener alguna de entre tales y cuales propiedades físicas”.

Otra noción que intenta dar cuenta de los nexos ontológicos entre los dominios de diferentes teorías o disciplinas científicas es la de emergencia. Esta noción pretende evitar el eliminativismo reductivo, explicando que ciertos ítems ontológicos emergen a partir de otros más básicos. Los ítems emergentes existen objetivamente, por eso esta posición no es eliminativista, pero su objetividad se funda en los ítems más básicos a partir de los cuales surgen.

Si bien sus raíces pueden encontrarse en el debate entre mecanicistas y vitalistas en el siglo XVIII, el emergentismo se manifiesta con fuerza en la década de 1920, en la obra de diversos autores británicos como Samuel Alexander (1920 [1979]), Conwy Lloyd Morgan (1923) y Charlie Broad (1925). La idea central consiste en que existen propiedades y procesos que no pueden reducirse a las entidades, propiedades y procesos más simples: el “todo” es mayor que la “suma” de las partes.

En su acepción sincrónica, el término ‘emergencia’ y sus derivados han sido aplicados a ítems pertenecientes a las distintas categorías ontológicas: objetos individuales, propiedades, relaciones, hechos, estructuras, eventos, procesos, comportamientos, etc. En el ámbito de la física, entre los ejemplos típicos de ítems considerados emergentes se encuentran la temperatura, la conductividad eléctrica, la viscosidad, la estructura molecular, etc. Sin embargo, a pesar del relativo acuerdo acerca de los ítems que pueden ser calificados como emergentes, las teorías de la emergencia se presentan bajo muy diferentes formas, difícilmente subsumibles en una visión unificada. No obstante, es posible reconocer al menos dos notas comunes a las diferentes propuestas emergentistas.

Si bien pueden encontrarse diversas caracterizaciones de la noción de emergencia, y por lo tanto diversas posturas emergentistas, cabe destacar que estas diferentes propuestas comparten dos ideas. El emergentismo suele presentarse como una concepción no

reduccionista. Las afirmaciones respecto de los ítems emergentes no pueden ser deducidas, explicadas o predichas a partir de las afirmaciones relativas a los ítems a partir de los cuales aquellos emergen. A pesar de que esta nota suele ser formulada en términos epistémicos, en general se la concibe como expresando un hecho ontológico y no sólo las limitaciones epistémicas del ser humano. En este sentido, se trata de una imposibilidad –de deducir, explicar o predecir– *en principio*; a ello ya se refería Broad cuando, con resonancias laplaceanas, afirmaba que ni siquiera un arcángel matemático podría deducir, explicar o predecir lo emergente a partir de las características de los ítems más básicos (Broad 1925). Sobre esta base, el emergentismo defiende el carácter real y objetivo de los ítems emergentes, a diferencia del reduccionismo ontológico tradicional. La segunda nota común a las diferentes posiciones emergentistas consiste en concebir la relación de emergencia como una relación *asimétrica*. En efecto, si un ítem A emerge a partir de un ítem (o un conjunto de ítems) B, entonces B no emerge de A. En algunos casos, la emergencia es caracterizada en términos de implicación: la descripción completa de B ofrece condiciones necesarias pero no suficientes para la derivación de la descripción de A (Atmanspacher y Bishop 2007).

La idea de emergencia adquiere particular relevancia en diversas ciencias particulares. Por ejemplo, en la biología, la idea de emergencia se opone al reduccionismo genético; en la psicología, la mente y la conciencia han sido concebidas como emergentes respecto del dominio biológico-cerebral. Durante las últimas décadas, la noción de emergencia ha cobrado una gran vigencia con las llamadas ‘ciencias de la complejidad’, que estudian sistemas que presentan altos grados de auto-organización: los patrones de un sistema global se conciben como emergentes respecto de las propiedades y los comportamientos de las partes del sistema.

Como he señalado, la idea tradicional de reducción fue severamente cuestionada, tanto en su alcance original, en tanto reducción interteórica, como respecto de sus connotaciones ontológicas. Pero es sabido que no hay ideas definitivas en filosofía, y en principio siempre es posible recuperar antiguas posiciones, posiciones que parecen renacer desde sus cenizas. Esto ha sucedido con la reducción nageliana, independientemente de que

muchos argumentos en sí mismos y muchos de ellos, en conjunción, parecían haberle dado el tiro de gracia. En el siguiente apartado me dedicaré a dos posiciones muy recientes, surgidas en el seno de las filosofías de las ciencias particulares, la química y la física, que intentan recuperar las intuiciones fundamentales de la propuesta original de Nagel.

III.5 El retorno del modelo nageliano

A pesar de las críticas recibidas, la idea de que el vínculo entre teorías en algunos casos es un vínculo reductivo, comprendida esta relación de acuerdo con el modelo nageliano, fue recuperada en trabajos recientes. Examinaré en primer lugar la posición de Paul Needham (2010), conocido filósofo de la química, quien sostiene que la noción clásica de reducción cumple con un *desideratum* fundamental que resulta difícil cuestionar: el logro de la concepción nageliana es que permite identificar correctamente la teoría reductora. Por un lado, Needham considera que es necesario poner en cuestión la idea nageliana de acuerdo con la cual la teoría reductora puede ser separada de las leyes puente y, por lo tanto, cuestiona la noción de reducción heterogénea. Por otro lado, Needham está de acuerdo con las tesis que afirman que la reducción nageliana fracasa, pero sostiene que este fracaso se debe a que la noción, tal como fue definida originalmente, no considera el razonamiento aproximativo, lo que ha restringido su aplicabilidad, quizás al punto de convertir este modelo reductivo en un modelo no aplicable. Sugiere Needham que la concepción nageliana puede ser modificada debilitando la exigencia de deducción por medio de la incorporación de la idea de razonamiento aproximativo, sin que esto implique poner en peligro el *desideratum* fundamental de la tesis nageliana.

Como fue señalado en una sección anterior, según Nagel la teoría reducida se deriva de la teoría reductora, lo que implica, de acuerdo con Needham, que la primera es realmente “retrotraída” a la teoría reductora. Nagel no ofrece, según el autor, argumentos explícitos para defender la idea de que este retrotraerse la teoría reducida a la reductora equivalga a afirmar que es lógicamente deducible de ella. Pero imagina Needham que debe haber sido evidente para Nagel que este modo de entender la reducción permite identificar precisamente la teoría reductora, y este es, para él, el logro fundamental de la visión

nageliana que debe mantenerse. Muchas de las críticas a la reducción apelaban a que son necesarios ciertos supuestos adicionales sustanciales, por ejemplo, para la reducción de la termodinámica clásica a la mecánica estadística. Sklar (1993) afirma que la única motivación para dichas hipótesis adicionales es el supuesto mismo de la reducción. Por el contrario, Needham considera que esas críticas desaparecen cuando se clarifica qué es exactamente la teoría reductora. Sostiene que el requerimiento de deducibilidad propuesto por Nagel permite identificar apropiadamente la teoría reductora; y aunque tal requerimiento sea difícil de satisfacer, ello no constituye una razón para el abandono del modelo nageliano.

Precisamente para identificar la teoría reductora en el modelo nageliano, Needham examina el concepto de reducción heterogénea. Afirma que las leyes puente de Nagel no son definiciones analíticamente verdaderas, no pueden ser verdades *a priori*. Afirma Needham que se ha cuestionado que las leyes puente deban presentar forma de equivalencias pero, según el autor, esto no es necesario; es suficiente para ellas una implicación en un sentido. Según Needham, que los enunciados puente sean equivalencias no fue un requerimiento impuesto por Nagel; su reducción exige únicamente principios de conexión que permitan la reducción. Por lo tanto, sobre la base de la caracterización nageliana de la reducción heterogénea, cuando este tipo de reducción tiene lugar, la teoría reducida no se retrotrae a la teoría reductora, sino a la teoría reductora en conjunción con las leyes puente, esto es, en conjunción con enunciados adicionales sustantivos, enunciados contingentes que tienen conceptos de las teorías reducida y reductora. Según Needham, la teoría combinada con los enunciados puente *es la verdadera teoría reductora*: esta es la teoría que se identifica por el requerimiento deductivo como suficiente para la reducción; no hay términos nuevos que aparezcan en la teoría reducida que no estén en la teoría reductora. Pero si esto es así, no hay distinción entre dos tipos de reducción; hay, por el contrario, sólo un tipo de reducción, la reducción homogénea a una teoría reductora “completamente especificada”. En definitiva, la caracterización que ofrece Needham de la reducción heterogénea –en términos de Nagel– la convierte en una reducción homogénea: podría prescindirse de la noción de reducción heterogénea.

En cuanto a la incorporación de la noción de aproximación o razonamiento aproximativo, afirma Needham que es un razonamiento de este tipo el que interviene cuando se afirma que una ley de una teoría se deriva de otra teoría. Destaca dos aspectos de la aproximación. En primer lugar, sostiene que una hipótesis particular no puede ser considerada independientemente de los factores que delimitan el grado de aproximación con el cual es sostenida en un momento dado de la historia. Y afirma que la noción de aproximación salva a Nagel del ataque inconmensurabilista de Feyerabend, al propio tiempo que permite debilitar la condición de deducción. En esto consiste el segundo aspecto de la aproximación. Frente a los argumentos que afirman que la perturbación de las órbitas elípticas no se deducen de las leyes de Newton, sino que se calculan con un alto grado de aproximación (Duhem 1906 [1954]), sostiene que la propuesta nageliana debe incorporar razonamientos aproximativos; la deducción constituye una excepción. Si bien brinda el criterio de identificación de la teoría reductora, el ideal deductivo para la efectiva conexión entre teorías es demasiado exigente. Según Needham, la noción de argumento que conecta la teoría reducida con la teoría reductora debe debilitarse al punto de incluir argumentos aproximativos, e incluso métodos estrictamente numéricos cuando la resolución analítica de las ecuaciones no es posible.

Hasta aquí Needham se ha limitado al ámbito epistemológico, en el sentido de referirse exclusivamente a las teorías involucradas en la reducción y a los nexos entre ellas. Pero, ¿cuál es su posición acerca de la cuestión ontológica?, ¿existen entidades y propiedades supervenientes o emergentes, referidas exclusivamente por la teoría reducida?, ¿o ambas teorías, reducida y reductora, refieren a los mismos ítems reales? En el último y breve apartado de su trabajo, Needham aborda la cuestión ontológica, pero precisamente para afirmar que el problema de la reducción ontológica estrictamente no existe. Esta posición repite en esencia el argumento presentado en un trabajo previo (Needham 2006), donde afirmaba que la dependencia ontológica implicada por la reducción ontológica no es filosóficamente clara ni suficientemente coherente como para ser seriamente considerada. En particular, se preguntaba si esta idea de una existencia de “segunda clase” es coherente, y sostiene que “lo que se necesita para que la tesis sea clara es una noción aceptable de

dependencia ontológica, en términos de la cual pueda decirse que la ontología de la teoría reducida depende de la de la teoría reductora, pero no viceversa” (Needham 2006, p. 78).

En el artículo que aquí nos ocupa, Needham (2010) vuelve sobre la misma idea afirmando que, si se considera la idea de reducción interteórica y se admite que una aserción ontológica es una aserción de existencia, formulada por un enunciado existencial, “entonces la reducción ontológica sería un tipo especial de reducción, y no algo que se encuentra diferenciado de la reducción interteórica” (Needham 2010, p. 169). Como puede observarse, para usar sus propios términos, Needham “retrotrae” las cuestiones ontológicas a cuestiones teóricas: la pregunta directa acerca de qué es lo que existe en la realidad se traduce en un enunciado de existencia. Pero aun siguiendo esa estrategia, aquella pregunta directa debería convertirse en la pregunta acerca del *valor de verdad* de un enunciado de existencia, pregunta esta última que Needham nunca formula. No obstante, al final del apartado bajo análisis, Needham se opone a la opinión de Jaegwon Kim (1999), quien considera que los conceptos que se realizan de un modo múltiple no deberían figurar en las leyes científicas y no deberían ser considerados propiedades científicas útiles. Frente a ello, Needham sostiene que la noción de temperatura, si bien múltiplemente realizable, “se funda en la teoría general de la termodinámica, que es independiente de las características particulares que distinguen un portador de temperatura de otro, y la calificación de ‘absoluta’ pretende expresar la independencia de este concepto científico paradigmático respecto de cualquier característica específica de realización” (Needham 2010, p. 170). Esto parece sugerir que la temperatura es una propiedad que existe independientemente de las micro-propiedades específicas subyacentes en cada caso; pero Needham nunca expresa tales afirmaciones de contenido claramente ontológico.

El segundo enfoque al que me referiré es el presentado recientemente por Foad Dizadji-Bahmani, Roman Frigg y Stephan Hartmann (2010). Estos autores afirman que, en oposición a una visión ampliamente extendida en filosofía de la ciencia, la teoría nageliana de la reducción ofrece el análisis correcto de las relaciones interteóricas. Las dificultades de la teoría, recogidas en gran variedad de argumentos, no son fatales para la tesis de la reducción.

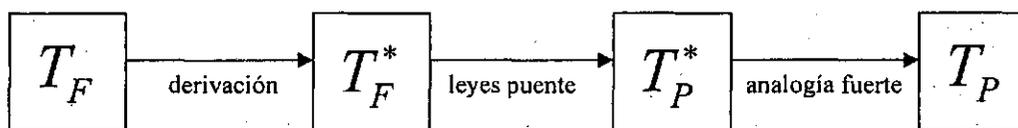
En contra de argumentos del tipo de los desarrollados en las secciones previas del presente trabajo, Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann defienden la tesis de que la reducción nageliana no sólo tiene un ámbito de aplicación, sino que además constituye el modo *apropiado* de comprender ciertas relaciones interteóricas. Para fundamentar su posición, los autores analizan las relaciones interteóricas sincrónicas, esto es, las relaciones entre dos teorías simultáneamente válidas que se aplican al mismo dominio, o a dominios que se superponen. Afirman que es necesario introducir algunas modificaciones a la concepción nageliana original, pero esta concepción es esencialmente correcta. La concepción nageliana que defienden es la que resulta de la propuesta original de Nagel con las especificaciones que Nagel mismo y Schaffner introdujeron a dicha propuesta; este modelo de reducción es el modelo GNS, al que me referiré más adelante.

Como ejemplo paradigmático a utilizar a lo largo de su argumentación, Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann analizan la relación entre termodinámica y mecánica estadística, preguntándose qué noción de reducción está en juego en esta relación. La termodinámica da cuenta de un amplio rango de fenómenos que se observan en sistemas macroscópicos, como gases y sólidos, por medio de leyes que gobiernan el comportamiento de dichos sistemas; estas leyes hacen referencia a propiedades macroscópicas como volumen, temperatura, presión y entropía. La mecánica estadística es el estudio de la conexión entre la micro-física y la macro-física. Su objetivo es dar cuenta del comportamiento de los sistemas macroscópicos en términos de las leyes dinámicas que gobiernan los constituyentes microscópicos de dichos sistemas y de suposiciones probabilísticas. Dar cuenta de las leyes de la termodinámica en términos de las leyes que rigen los micro-constituyentes de los sistemas es una empresa claramente reduccionista. De acuerdo con el modelo reductivo de Nagel, una reducción satisfactoria de la termodinámica a la mecánica estadística debería involucrar la derivación de las leyes de la termodinámica a partir de leyes de la mecánica que rige el plano micro-físico en conjunción con suposiciones estadísticas.

Recordemos que en la formulación original de Nagel, una teoría se reduce a otra si y sólo si las leyes de la primera se deducen a partir de las leyes de la segunda en conjunción

con algunos supuestos auxiliares. Estos supuestos suelen ser idealizaciones y condiciones límite. Para que la reducción sea exitosa se suelen proponer dos condiciones: conectabilidad y derivabilidad. La conectabilidad exige que, para cada término teórico en la teoría a ser reducida, exista un término teórico en la teoría supuestamente reductora que corresponda a aquel. De acuerdo con la exigencia de derivabilidad, dada la conectabilidad, las leyes de la teoría a ser reducida pueden derivarse a partir de las leyes de la teoría supuestamente reductora en conjunción con condiciones auxiliares. En el caso de la reducción homogénea, la conectabilidad se satisface trivialmente, dado que las dos teorías poseen los mismos predicados relevantes. Cuando las teorías no comparten los términos relevantes, la reducción es heterogénea; es necesario en estos casos la presencia de leyes puente, porque de otro modo la derivación de leyes no sería posible.

Una de las dificultades obvias de este enfoque, señalan los autores, es que la exacta derivabilidad no es posible. Ejemplo de esta limitación del modelo original de Nagel es la imposibilidad de derivación del segundo principio de la termodinámica a partir de la mecánica clásica: mientras que el segundo principio afirma que, en un sistema cerrado, la entropía termodinámica siempre aumenta hasta alcanzar un valor final de equilibrio, la entropía de Boltzmann, calculada en términos mecánicos, nunca se estabiliza: la micro-entropía fluctúa en equilibrio, pero la entropía termodinámica no. Sobre esta base, los autores sostienen que la derivabilidad exacta es un requisito demasiado exigente, de modo que es necesario debilitarlo. Esto se logra admitiendo, en resonancia con las afirmaciones de Needham, que es suficiente que se deduzcan leyes que son *aproximadamente* las mismas que las buscadas. Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann indican que esta idea fue desarrollada por Kenneth Schaffner (1967, 1976, 1977, 1993) y por el mismo Nagel (1974). La idea es la siguiente: T_p ("*phenomenological*") se reduce a T_F ("*fundamental*") si y sólo si hay una versión corregida T_p^* de T_p , tal que (a) T_p^* se deriva de T_F dado que los términos de T_p^* se asocian por medio de leyes puente con términos de T_F , y (b) T_p^* y T_p mantienen entre sí una relación de, al menos, *analogía fuerte*. A su vez, la derivación de T_p^* involucra dos pasos: en primer lugar se deriva una versión especial de T_F , T_F^* , mediante la introducción de supuestos auxiliares, y luego se reemplazan los términos relevantes por los términos correspondientes mediante las leyes puente, lo cual conduce a T_p^* .



De este modo, la reducción consiste en una subsunción deductiva de una versión corregida de T_P bajo T_F , donde la deducción involucra primero la derivación de una versión restringida T_F^* de la teoría reductora T_F mediante la introducción de condiciones límite y supuestos auxiliares, y luego la utilización de leyes puente para obtener T_P^* a partir de T_F^* . Este esquema reductivo es denominado por los autores *Modelo de Reducción Generalizado de Nagel-Schaffner* (*Generalised Nagel-Schaffner Model of Reduction*, GNS). Schaffner ofreció una caracterización precisa de las leyes puente, a las que denominó *funciones reductivas*: un enunciado de este tipo establece que un término t_p de T_P^* y un término t_f de T_F (o de T_F^* , dado que ambas contienen los mismos términos) son coextensionales. El ejemplo que dan los autores es el de los términos 'temperatura' y 'energía cinética media', que son coextensionales cuando se aplican a un gas. Pero las leyes puente no establecen únicamente extensionalidad, también especifican las relaciones funcionales entre las magnitudes de los términos. Esto es así porque las propiedades generalmente tienen magnitudes, al menos en física. Una ley puente es incompleta si no especifica la dependencia funcional entre las magnitudes.

Cabe señalar que los trabajos de investigación de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann versan sobre cuestiones de filosofía de la física. Y resulta interesante destacar que estos autores consideran que el modelo GNS constituye "la mejor combinación entre las ideas centrales de la teoría original de Nagel (1961) y las necesidades de la práctica científica". (2010, p. 400). De manera que se pretende que este enfoque atienda tanto a las cuestiones filosóficas que se han discutido largamente respecto de las ideas nagelianas, como a la práctica científica misma.

Para argumentar en favor de las virtudes del modelo GNS, los autores revisan una serie de críticas que, si bien se han formulado generalmente como cuestionamientos a la propuesta original de Nagel desatendiendo las modificaciones introducidas tanto por el

mismo Nagel como por Schaffner, también podrían constituir problemas para la nueva versión. El propósito de los autores será argumentar que algunos de estos problemas se desvanecen luego de una seria consideración del modelo GNS y que otros, si bien pueden constituir cuestiones filosóficas sustantivas, no son argumentos que logran derribar definitivamente el modelo.

No expondré aquí los siete problemas que el modelo presentaría dadas las críticas recibidas, sino que sólo me referiré a dos de ellos, relacionados con las cuestiones semánticas y ontológicas que nos ocupan. Una de las críticas realizadas al modelo nageliano de reducción, que también se aplica al modelo más sofisticado GNS, es la formulada por Feyerabend (1962). En el artículo de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann aparece referido como "*el problema del significado de los términos*". Los autores lo formulan como sigue: las razones por las que las leyes puente son necesarias para la reducción es que ellas conectan entre sí el vocabulario de las teorías reductora y reducida. Feyerabend –según se ha expuesto ya– sostuvo que esta conexión no puede establecerse de un modo legítimo. Como ya hemos visto, esta imposibilidad se debe al hecho de que los significados de los términos centrales de una teoría se determinan por medio del papel que los términos cumplen en la teoría. Por lo tanto, los vocabularios de teorías distintas están compuestos por términos cuyos significados son distintos, de modo que no puede establecerse correlación alguna entre ellos. Los casos en los que un mismo término aparece en dos teorías distintas no habilita a establecer una conexión entre ellos, dado que la concordancia es meramente nominal; puede ocurrir que un mismo nombre tenga lugar en dos teorías, pero el *concepto* es distinto en cada caso. La reducción nageliana es imposible porque requiere que se conecten entre sí términos que provienen de distintos contextos teóricos.

La respuesta que Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann ofrecen a esta crítica es que debe ser desestimada. Afirman que si se considera que el significado un término teórico es determinado por el lugar que ocupa en una red teórica, es evidente que términos que tienen lugar en distintos contextos teóricos presentan distinto significado. Pero cuando el significado es comprendido de este modo, la equivalencia de significado es irrelevante para

la reducción. Lo que verdaderamente importa en la reducción es “si las propiedades a las que los términos de las leyes puente *refieren* se encuentran en una relación relevante entre sí” (2010, p. 403, *italica en el original*). Por esta razón, la idea de que para poder asociar dos términos, estos tienen que tener el mismo significado es “inmotivada, innecesaria, y ajena a GNS” (2010, p. 403).

El segundo problema para GNS que se considerará aquí es el denominado por Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann “*el problema del contenido de las leyes puente*”: es el problema de qué tipo de enunciados son las leyes puente. Nagel mismo consideró tres posibilidades: equivalencia de significado, estipulación convencional, o afirmación acerca de cuestiones de hecho. Según los autores, este último caso admite una ulterior diferenciación en tres casos: identidad de propiedades, correlación de facto entre propiedades, conexión nómica entre propiedades. Los autores afirman que, si bien no se trata de una objeción en sí misma, es una cuestión que ha sido largamente discutida sugiriendo que no presenta una respuesta clara.

Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann responden a este problema comenzando por descartar las dos primeras posibilidades: las leyes puente no expresan equivalencia de significado, tal como sostuvieron en su respuesta a la crítica de Feyerabend, ni son meras convenciones, puesto que una ley puente puede estar equivocada. Por lo tanto, los autores consideran las leyes puente como aseveraciones factuales, en consonancia con la respuesta que brindan al problema del significado de los términos.

Si bien el análisis detallado de estas afirmaciones será objeto del próximo capítulo, ya pueden adelantarse algunas objeciones al planteo de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann. En particular, la respuesta al problema que la tesis de la inconmensurabilidad de las teorías científicas presenta a la tesis de la reducción no se encuentra suficientemente bien fundada. De hecho, parte de un error conceptual que no es menor desde una perspectiva filosófica. Los autores afirman que las variaciones de significado no tienen relevancia, que no ponen en peligro la tesis reduccionista. De hecho, afirman que el mismo Nagel sostuvo que el significado no tiene por qué ser preservado en la reducción. Ahora bien, en la misma nota al pie en la que se afirma esto (2010, p. 403), los autores también señalan que para quienes

sostienen la idea de que el significado de un término es su referente (es decir, que el significado de un término se agota en su referente), la equivalencia de significado sí cumpliría un rol esencial en la reducción. Lo que no se entiende es cómo los autores no advierten que la variación del significado, tal como Feyerabend lo concibe, implica la *variación de los referentes*. Si lo que se debe exigir es la invariabilidad de los referentes, es decir, si esto es condición de que puedan establecerse conexiones entre términos de teorías científicas distintas, y a su vez esto es necesario para que pueda haber reducción, en la medida en la que la concepción del significado que defiende Feyerabend implica que la variación de significado conlleva variación referencial, es evidente que el reduccionismo nageliano no es inmune a la crítica de Feyerabend.

La teoría de la *referencia* que adopta Feyerabend se inscribe dentro de la tradición descriptivista. Y es incluso una teoría más restringida que la del propio Frege, al tratarse de la referencia de los términos científicos. Esto es así porque la referencia de un término está determinada por cierto contenido proposicional, que es específico de la teoría en la que el término tiene lugar, y por las relaciones que el término mantiene con otros términos de la misma teoría. Es decir, no se trata aquí de cierto contenido proposicional, de ciertas descripciones que manejan los hablantes competentes en general, sino que el contenido proposicional que determina la referencia en el caso de los términos científicos es específicamente el proporcionado por la red teórica en la que el propio término aparece. Esto excluye toda posibilidad de invariabilidad del referente de los términos científicos cuando tiene lugar el fenómeno del cambio teórico y para los casos de términos que aparecen en teorías distintas aceptadas simultáneamente por la comunidad científica, como es el caso de las teorías que Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann analizan. La variación del significado de un término conlleva necesariamente, para Feyerabend, la variación del referente de ese término. De modo que su crítica no es irrelevante ni inocua para la tesis reduccionista, sino que más bien apunta el núcleo mismo de la idea reducción.

No obstante, Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann intentan escapar a la crítica inconmensurabilista admitiendo que existe, efectivamente, cambio de referente al pasar de los términos de la teoría reductora a los términos de la teoría reducida. Y esto se relaciona

con su respuesta al problema del contenido de las leyes-puente. Según los autores, las leyes puente son aseveraciones factuales: son efectivamente leyes, que pueden ser falsas. Por tanto, no implican la identidad entre los referentes de los términos que conectan. Sin embargo, esta concepción de las leyes-puente contrasta fuertemente con el modo en que los propios autores las caracterizan: “Nagel postula que hay leyes-puente, que conectan el vocabulario de T_p con el de T_f suministrando ‘reglas de traducción’ que especifican como un ‘lenguaje’ se traduce al otro” (Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann 2010, p. 398). En efecto, si las leyes-puente suministran traducciones, deben ser traducciones de términos con el mismo significado: no tiene sentido traducir términos con diferente significado; cualquier conexión entre ‘gato’, perteneciente al español, con ‘dog’, perteneciente al inglés, será cualquier cosa menos una traducción. Si las leyes-puente son enunciados factuales, que nos dicen cómo se relacionan las propiedades referidas por los términos involucrados, entonces es cierto que los términos conectados no necesitan tener el mismo significado; pero entonces las leyes-puente no son traducciones sino leyes legítimas.

En esta sección he presentado las posiciones de autores que provienen de filosofías las ciencias particulares, lo cual introduce interesantes referencias a teorías y disciplinas científicas, así como ejemplos concretos provenientes de la práctica científica. Este tipo de discusión representa un aporte de central importancia respecto de los debates acerca del realismo y la referencia tal como se desarrollan en la filosofía general de la ciencia. No obstante, en el próximo capítulo identificaré las limitaciones de estas posiciones.

CAPÍTULO IV

Relaciones interteóricas: el olvido de la filosofía

En el capítulo anterior se ha examinado el problema de las relaciones interteóricas, comenzando por el enfoque clásico de Nagel y sus críticas, y culminando con perspectivas recientes, provenientes de las filosofías de las ciencias particulares, que se proponen reivindicar la idea nageliana central. En el presente capítulo se analizarán tales propuestas neo-reduccionistas con mayor detalle. Analizaré, asimismo, tres formas de simultaneidad teórica cuya consideración presenta problemas para estos abordajes. Argumentaré que, si bien estas posturas presentan la virtud de atender a la ciencia real –y en esto es en lo que, a mi entender, fracasa la filosofía general de la ciencia–, tienden a olvidar las cuestiones filosóficas más interesantes que emergen de las discusiones que proponen, o bien a través de una negación explícita de ellas, o bien por medio de la adopción no reflexiva de fuertes supuestos filosóficos.

IV.1 Tres formas de simultaneidad en ciencias

Mientras en las discusiones tradicionales entre realistas y antirrealistas se aborda fundamentalmente el problema del cambio teórico sobre la base de una imagen de sucesión lineal de teorías, la práctica de la ciencia muestra la simultaneidad entre teorías diferentes, en una coexistencia que adopta diferentes sentidos. En esta sección analizaré tres formas de simultaneidad teórica, provenientes de la física y de la química, con el objeto de evaluar las observaciones acerca de la naturaleza de las relaciones interteóricas provenientes, particularmente, del ámbito de las filosofías de las ciencias particulares.

IV.1.1 Simultaneidad entre teorías incompatibles

En las discusiones acerca del realismo el fenómeno del cambio teórico es caracterizado de acuerdo con el modelo de sucesión por reemplazo de teorías. La historia

de la ciencia, sin embargo, suele mostrar casos de “bifurcación” teórica. Como ya se ha señalado en el Capítulo II, un ejemplo paradigmático de esta situación es el que conduce a la coexistencia entre física cuántica y relatividad general. Analicemos este caso con mayor detalle.

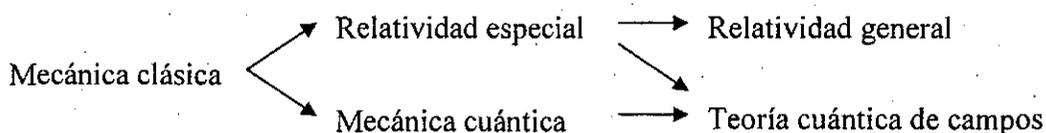
Como es bien sabido, a comienzos del siglo XX se produce una gran revolución teórica en el seno de la física. La mecánica clásica había sido considerada como la teoría fundamental durante más de doscientos años, aquella que describía la realidad en todos sus aspectos físicos, tanto en los cielos como en los movimientos de los objetos terrestres, y sus enormes éxitos empíricos justificaban tales pretensiones. No obstante, ya en el siglo XIX, esa misma mecánica comenzaba a mostrar sus limitaciones, tanto en su aplicación a la cosmología como en la descripción de fenómenos de escala microscópica. Esta situación desemboca en la aparición, en no mucho más de dos décadas a comienzo del siglo XX, de dos teorías, la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad, que se presentan como las nuevas teorías fundamentales de la física.

La mecánica cuántica, fruto del esfuerzo combinado de grandes físicos como Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Paul Dirac, Louis de Broglie y el propio Albert Einstein, entre otros, alcanza su forma teórica definitiva en la década del '30. Pero ya desde sus primeras formulaciones muestra su capacidad de describir los fenómenos subatómicos. Ejemplo de ello puede mencionarse el éxito del modelo atómico de Bohr, basado en la cuantización de la energía de las órbitas atómicas, para explicar el comportamiento general de los elementos químicos.

La teoría de la relatividad, por el contrario, fue obra casi exclusiva de un único autor, Einstein, quien en 1905 presenta la teoría especial de la relatividad, una teoría que pone de manifiesto que no existe ningún experimento físico, ni mecánico ni electromagnético, que pueda diferenciar entre sistemas de referencia inerciales. Con esta teoría, de la cual podían deducirse las ecuaciones que Hendrik Lorentz había formulado de manera puramente heurística, podían explicarse los resultados negativos del experimento de Albert Michelson y Edward Morley en su búsqueda de medir la velocidad de la Tierra respecto del éter. No obstante, la relatividad especial dejaba aún fuera de su alcance los sistemas acelerados.

Einstein necesitó varios años y la colaboración de notables matemáticos de la época, como Tullio Levi-Civita, para formular la teoría general de la relatividad, que incorpora los sistemas acelerados dentro de su alcance a costa de introducir el concepto de curvatura del espacio-tiempo y convertir la interacción gravitatoria en la consecuencia del movimiento de los cuerpos en el espacio-tiempo curvado como consecuencia de la presencia de masa.

Puesto que ambos enfoques teóricos se presentaban como “fundamentales”, los intentos de unificación aparecieron de inmediato. El primer resultado fue la teoría cuántica de campos, que se propone como unificación entre mecánica cuántica y relatividad especial. Si bien con un enorme éxito experimental, la discusión filosófica actual pone de manifiesto que la teoría cuántica de campos presenta ciertas características que le son propias y no pueden pensarse en términos de mera unificación entre mecánica cuántica y relatividad especial (*cf.*, por ejemplo, Brown y Harré 1988, Auyang 1995). No obstante, la situación resultó ser aun más difícil cuando se intentó la unificación de la física cuántica con la relatividad general. Ya Einstein dedicó los últimos años de su vida a la infructuosa búsqueda de una teoría del campo unificado, que permitiera dar cuenta de la gravitación junto con las restantes interacciones elementales bajo un mismo marco teórico. Diferentes propuestas de unificación han sido formuladas desde entonces, pero o bien han tenido escaso éxito, o bien han resultado de un alcance parcial. Por lo tanto, actualmente debe aceptarse la coexistencia de dos marcos teóricos, el de la física cuántica y el de la relatividad general, que coexisten en el corpus teórico de la física (analizaré con mayor detalle la coexistencia entre ambas teorías en el Capítulo VI del presente trabajo).



Como ya fue señalado, frente a esta innegable ruptura conceptual, el realista científico, siendo inseparable su pensamiento de la idea de que la ciencia se encamina a describir la realidad tal como es en sí misma, afirmarí­a que el mayor esfuerzo teórico

debería dirigirse a revertir la incompatibilidad entre física cuántica y relatividad general. Cabe preguntarse por la relevancia de la discusión respecto de la referencia de los términos del vocabulario científico y la relación entre la referencia y el realismo en el ámbito configurado por las relaciones que entre sí establecen teorías incompatibles, precisamente, en cuanto a sus conceptos fundamentales. ¿Podrían los realistas científicos críticos pensar esta situación, sin apelar a la esperanza de una futura unificación teórica? Considero que los realistas no ofrecen herramientas para siquiera pensar esta relación interteórica, signada por la incompatibilidad. Creo, también, que si su pensamiento está guiado por la búsqueda de continuidad referencial, es comprensible que un caso de este tipo no sea analizado por ellos. Es un caso que, de ningún modo, permite abonar la idea de que existe una convivencia pacífica de referentes inmutables, que se preservan a pesar de la diversidad teórica.

Pero aquí me interesa analizar qué posición adoptarían los neo-reduccionistas, como Needham o Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann, frente a este caso de simultaneidad teórica. El primer punto a subrayar es que, al provenir en general de las filosofías de las ciencias particulares, estos neo-reduccionistas suelen enfocar su atención en la disciplina científica y, en particular, en la teoría que constituye su especialidad: química en el caso de Needham, mecánica estadística en el caso de Frigg. Por lo tanto, el caso de simultaneidad entre dos teorías como física cuántica y relatividad general es menos estudiado, ya que los filósofos de la física suelen especializarse sólo en una de las dos teorías.

En segundo lugar, es claro que las relaciones interteóricas analizadas por los neo-reduccionistas son precisamente aquellas relaciones que han sido concebidas tradicionalmente en términos de reducción: termodinámica a mecánica estadística, química a física. Y esto lo hacen bajo el supuesto de que, en estos casos, ambas teorías o ambas disciplinas “hablan de lo mismo” en un sentido relevante: son teorías o disciplinas simultáneamente válidas que se aplican al mismo dominio, o a dominios que se superponen. Esto, a su vez, supone que al menos algunos de los términos de ambas teorías tienen el mismo referente, y para ello rechazan la concepción de Feyerabend respecto de la variación del significado. Teniendo esto en mente, ahora podemos preguntarnos cómo conceptualizarían los neo-reduccionistas las relaciones interteóricas entre relatividad

general y física cuántica y, en particular, por qué no se trata esta relación como un caso de reducción.

La primera respuesta a esta pregunta podría consistir en señalar que, en el caso de relatividad general y física cuántica, si bien simultáneamente válidas, no se aplican al mismo dominio: sus dominios no se superponen. Sobre esta base podría afirmarse que no tiene sentido pensar en reducción en este caso ya que la teoría general de la relatividad se aplica a escalas cosmológicas, mientras la física cuántica tiene validez en el mundo subatómico. Sin embargo, esto no es así: no siempre cuántica y relatividad general se aplican a dominios diferentes. En efecto, en el amplio campo de investigación teórica designado bajo el nombre general de “gravedad cuántica”, ambas teorías se aplican al mismo objeto, el universo como un todo, en particular en sus estadios iniciales. No obstante, podría aun replicarse que la “gravedad cuántica” no constituye aún un ámbito que haya alcanzado madurez teórica y consenso entre los especialistas y, por lo tanto, no tiene sentido considerar este campo de investigación desde un punto de vista filosófico. Pero no es necesario apelar a una teoría de la gravedad cuántica completamente desarrollada para poner de manifiesto el modo en que relatividad general y física cuántica se aplican simultáneamente en un mismo dominio. Roberto Torretti (2000) presenta la hipótesis sobre la “evaporación” de agujeros negros como un ejemplo del modo en que en la práctica científica se aplican conjuntamente teorías incompatibles para la descripción de ciertos fenómenos, de un modo escandaloso para el realista e ignorado por los neo-reduccionistas.

Según la teoría general de la relatividad, en el universo pueden existir agujeros negros, esto es, regiones espacio-temporales donde el campo gravitatorio es tan intenso –la curvatura del espacio-tiempo es tan grande– que de ellas no puede escapar la materia ni la radiación: cualquier porción de materia o radiación que penetre en un agujero negro quedará atrapada en él para siempre. Por otra parte, según la mecánica cuántica no relativista, una partícula “encerrada” en un pozo de potencial tiene, no obstante, una probabilidad finita de escapar atravesando las barreras de potencial que forman el pozo gracias al llamado ‘efecto túnel’. En una famosa carta a *Nature*, Stephen Hawking (1974) plantea la idea de aplicar este efecto mecánico-cuántico a los agujeros negros para explicar

su “evaporación”: si bien es cierto que, según la relatividad general, nada puede salir de un agujero negro, el efecto túnel cuántico permite que las partículas vayan lentamente escapando y provocando, así, la disminución de la masa del agujero. Hawking calculó incluso el tiempo que tardaría un agujero negro de masa m en “evaporarse” por completo: si m es la masa del Sol, el tiempo es del orden de los 10^{63} años.

Es importante subrayar que los agujeros negros no existen en el espacio-tiempo plano de Minkowski correspondiente a la teoría cuántica de campos, y mucho menos aun en el espacio-tiempo newtoniano que constituye el escenario de la mecánica cuántica no relativista. Como afirma Torretti (2000, p. 91): “El estudio de Hawking sobre la evaporación de agujeros negros [...] combina descaradamente teorías incompatibles”. Sin duda, según los cánones realistas esta utilización simultánea de teorías abiertamente incompatibles debería impugnarse en tanto oportunismo inaceptable. Sin embargo, en la comunidad de los cosmólogos la hipótesis de la evaporación de los agujeros negros fue calurosamente recibida y aún hoy se la considera uno de los mayores aportes de Hawking.

Es claro, entonces, que para desatender la relación interteórica entre física cuántica y relatividad general, los neo-reduccionistas no pueden alegar el no solapamiento de los dominios a los cuales las dos teorías refieren. Y, en realidad, no es este el argumento que implícitamente está a la base de su postura, sino la tradicional idea de que ambas son teorías “fundamentales”. En efecto, siempre que se intenta establecer una relación interteórica de reducción entre dos teorías, se las interpreta como poseedoras de un diferente estatuto científico: la teoría reducida es una teoría considerada “fenomenológica”, que describe los fenómenos tal como se nos aparecen, mientras que la teoría reductora es concebida como “fundamental”, en el sentido de describir la realidad tal cual es en sí misma, o al menos como más “básica” que la teoría reducida. Puesto que en el caso de relatividad general y física cuántica ambas son consideradas “fundamentales”, para los neo-reduccionistas la reducción ni siquiera merece intentarse.

El caso es que el supuesto de la “fundamentalidad” de ambas teorías involucra una fuerte carga metafísica: se asume que estas dos teorías son las que, actualmente, describen con mayor precisión tal como es la realidad en sí. Sin embargo, no es en modo alguno un

supuesto que se imponga desde un punto de vista lógico, ni siquiera desde una perspectiva de escala: si la descripción fenomenológica es en general macroscópica, y es la que debe reducirse a una descripción micro, podría intentarse la reducción de la relatividad general, pensada como teoría fenomenológica, a la física cuántica, concebida como teoría fundamental. Pero no es este el camino que sigue la física, y tampoco es una posibilidad tomada en cuenta por los filósofos neo-reduccionistas. Por el contrario, los esfuerzos teóricos de la física se dirigen a la búsqueda de una teoría aun más fundamental que permita subsumir las dos teorías incompatibles. Y en consonancia con ello, los neo-reduccionistas no se ocupan de la relación entre ambas. Por lo tanto, en este sentido, los filósofos realistas y los neo-reduccionistas comparten implícitamente la esperanza en que la investigación en física “fundamental” finalmente desemboque en una gran teoría de campo unificado, o en la teoría de cuerdas final, o en alguna otra alternativa que finalmente disolverá la incompatibilidad.

IV.1.2 Simultaneidad entre teorías diferentes

En el caso de la “bifurcación” teórica señalada en el Capítulo II he mencionado que, si bien la mecánica cuántica y la mecánica relativista se proponen casi simultáneamente como alternativas a la mecánica clásica, para el partidario del modelo lineal de cambio teórico esta situación sería transitoria: la linealidad del desarrollo de la física se recobrará cuando ambas teorías sean superadas por una nueva teoría unificadora. Como se ha indicado, tal supuesto no responde más que a una esperanza escasamente fundada. Aquí cabe agregar que, además, se trata de una esperanza que sólo es posible conservar porque las tres teorías involucradas son mecánicas: en un sentido amplio, las tres se ocupan de movimientos que resultan de interacciones. Por ello se ha pensado que la mecánica cuántica y la mecánica relativista son “mejores” que la mecánica clásica, y que en el futuro ambas serán integradas bajo una nueva “mecánica” que dará cuenta de todas las interacciones físicas de un modo unificado.

Pero es un hecho que no toda la física se reduce a la mecánica: existen otras teorías que describen fenómenos que no son mecánicos. Ejemplo paradigmático de este caso es la termodinámica, que estudia los fenómenos de transferencia de calor. En este caso no tiene

sentido pensar, como hacían los realistas, en términos de sucesión de teorías: la termodinámica no viene a reemplazar a la mecánica clásica, sino que ambas teorías forman parte del *corpus* de conocimiento de la física actual en la medida en que se ocupan de fenómenos diferentes.

En principio, no parece haber problema alguno en aceptar simultáneamente teorías que refieren a fenómenos completamente diferentes en sistemas de distinta naturaleza. Siguiendo con nuestro ejemplo, la mecánica clásica describe el comportamiento de partículas en interacción y la termodinámica se ocupa de sistemas caracterizados por su temperatura, presión, volumen, etc. Sin embargo, la situación no es tan sencilla: en muchos casos se supone que las teorías, si bien distintas, brindan descripciones de un mismo sistema. Consideremos el contenido de un globo aerostático: mientras que la termodinámica lo describe como un gas, desde el punto de vista mecánico se trata de partículas con propiedades como masa, posición, velocidad, etc. El problema es, entonces, cómo compatibilizar ambas descripciones, y es aquí donde irrumpen los análisis reduccionistas. En efecto, a la pregunta “¿qué hay realmente dentro del globo?”, la amplia mayoría de los físicos responderá que hay partículas en interacción y que, en realidad, el gas “no es más que” el propio sistema de partículas. Esta perspectiva se repite en el caso de otras relaciones interteóricas. Como se ha visto en el capítulo anterior para el caso de la relación entre la óptica física y el electromagnetismo, desde la perspectiva reduccionista tradicional ciertos términos de ambas teorías están vinculados definicionalmente entre sí y, por tanto, refieren a una única clase de entidades¹⁴.

De este modo, se respalda la idea de que existe una jerarquía de teorías, que va desde las más fundamentales hacia las menos fundamentales, usualmente denominadas ‘fenomenológicas’, ‘secundarias’, ‘derivadas’, etc. El supuesto metafísico detrás de esta jerarquía consiste en que los ítems descritos por la teoría menos fundamental están dotados de una existencia degradada, esto es, dependen ontológicamente de algún modo de los ítems descritos por la teoría más fundamental.

¹⁴ Recordemos la cita de Sklar que afirma que “las ondas de luz no están correlacionadas con las ondas electromagnéticas, *son* ondas electromagnéticas” (Sklar 1967, p. 120).

El ejemplo paradigmático que se utiliza en la discusión acerca de la reducción interteórica es la relación entre temperatura, un concepto perteneciente a la termodinámica, y energía cinética media, concepto perteneciente a la mecánica estadística. Desde la perspectiva reduccionista tradicional, cuando se afirma que $T = (2/3k)\bar{E}_K$, no se está diciendo que la temperatura T está correlacionada con la energía cinética media por molécula \bar{E}_K a través de la constante de proporcionalidad $2/3k$ (donde k es la constante de Boltzmann). En realidad, se está diciendo que la temperatura T es la energía cinética media por molécula \bar{E}_K . Dicho de otro modo, los términos ' T ' y ' \bar{E}_K ' refieren a un mismo ítem extralingüístico¹⁵. No obstante, esta conclusión merece un análisis detenido.

En primer lugar, el símbolo '=' que aparece en las expresiones que comúnmente utiliza la física no es una identidad lógica. Esto puede comprobarse fácilmente en el caso de expresiones que representan leyes fundamentales de una teoría particular. Por ejemplo, cuando de acuerdo con la segunda ley de Newton se afirma ' $F = ma$ ', no se pretende decir que ' F ' y ' ma ' designan un mismo ítem extralingüístico: ' F ' denota la fuerza aplicada sobre un cuerpo, y ' m ' y ' a ' denotan la masa y la aceleración de dicho cuerpo respectivamente; los tres ítems son ontológicamente diferentes y los tres pueblan el mundo de la mecánica clásica. En nuestro ejemplo paradigmático de relación interteórica, la única diferencia consiste en que el término ' \bar{E}_K ' pertenece a una teoría, la mecánica estadística, y el término ' T ' pertenece a otra teoría, la termodinámica; no obstante, al igual que en el caso de la expresión de leyes, el símbolo '=' no nos dice que ' T ' y ' $(2/3k)\bar{E}_K$ ' refieren a un mismo ítem extralingüístico.

En segundo lugar, la función del segundo miembro de la igualdad es una *función matemática*, que especifica qué operaciones algebraicas deben efectuarse entre los *valores numéricos* que adoptan las propiedades correspondientes. Volviendo al ejemplo de la segunda ley de Newton, ' $F = ma$ ' nos dice que el valor numérico de la fuerza coincide con el número que se obtiene como producto entre el valor numérico de la masa y el valor numérico de la aceleración, expresados todos ellos en ciertas unidades de medida preestablecidas. Es claro que esto nada tiene que ver con identificar conceptos: el concepto

¹⁵ Veremos más adelante qué afirman las posiciones neo-reduccionistas recientes sobre este punto.

“fuerza” no se identifica con el producto de los conceptos “masa” y “aceleración” por la sencilla razón de que no tiene sentido hablar de “multiplicación de conceptos”. Y si esto es así en el caso de una relación intrateórica, no hay motivo alguno para suponer que las expresiones de la física deban interpretarse de un modo diferente en el caso de relaciones interteóricas (*cf.* Lombardi y Pérez Ransanz 2011). Volviendo a nuestro ejemplo paradigmático, ‘ $T = (2/3k)\overline{E}_k = f(\overline{E}_k)$ ’ nos dice que el valor numérico de la temperatura de un gas contenido en un recipiente es el mismo número que se obtiene de multiplicar el valor numérico de la energía cinética media por molécula de las moléculas contenidas en el recipiente por 2/3, y luego dividirlo por el valor numérico de la constante de Boltzmann. La diferencia con el caso anterior es que aquí el concepto de “energía cinética media por molécula” pertenece a la mecánica estadística y, por tanto, su valor numérico debe obtenerse con los medios teóricos y empíricos de tal teoría, mientras que el concepto de “temperatura” pertenece a la termodinámica y su valor numérico se obtiene por medición con las técnicas e instrumentos que esta teoría presupone. Pero, a pesar de la coincidencia numérica, los conceptos son genuinamente diferentes. Como afirma Fritz Rohrlich (2001, p. 193): “No puede haber un mejor ejemplo de inconmensurabilidad ontológica que energía cinética y temperatura”.

Estas consideraciones conducen a una nueva observación. Como he señalado, no puede suponerse que, en la práctica, los científicos actúen sobre la base de un *corpus* teórico consistente. Ahora bien, su fe reduccionista tampoco permite suponer que el modo en que actúan sea consistente con aquello en lo que creen. Porque mientras que su comportamiento responde a una racionalidad pragmática que muchos calificarían como oportunista, sus creencias se encuentran moldeadas por el realismo. Un realismo que asume el punto de vista del Ojo de Dios¹⁶, desde el cual las teorías “fundamentales” son las que mejor describen la realidad tal como es en sí misma; toda descripción que no coincida con la que ellas brindan será irremediablemente subjetiva.

Ciertamente, la coherencia entre pensamiento y acción no es un atributo siempre presente en los seres humanos. No obstante, podría replicarse que en la actividad científica,

¹⁶ Más adelante me detendré en una caracterización detallada de esta perspectiva.

en tanto actividad, no importa lo que se piensa sino sólo lo que se hace. Esta observación sería adecuada si lo que se piensa no tuviera influencia alguna sobre lo que se hace. Pero este no es el caso en ciencias, pues el modo en que se concibe la realidad se refleja en el modo en que las diferentes teorías científicas, e incluso disciplinas científicas, se ordenan jerárquicamente. Y tal jerarquía involucra cuestiones de prestigio que tienen efectos directos sobre decisiones de política científica en lo que se refiere al apoyo y al financiamiento a la investigación. Por ejemplo, el monumental proyecto del supercolisionador del CERN en Ginebra y su papel en la búsqueda del bosón de Higgs puede verse como la manifestación material de la fe en desentrañar la estructura última de la materia. Y ya superando las fronteras de la física, la enorme concentración de recursos humanos y materiales en la biología molecular frente a otras áreas de las ciencias biológicas va de la mano con fuertes supuestos reduccionistas acerca de la posibilidad de explicar los más importantes fenómenos de la vida en términos del nivel molecular¹⁷.

En definitiva, la pregunta acerca de si dos términos pertenecientes a teorías distintas refieren o no al mismo ítem extralingüístico, lejos de expresar un problema que presenta un interés meramente teórico, pone de manifiesto cuestiones que tienen importantes repercusiones en la práctica efectiva de la ciencia, en particular respecto de las prioridades para la promoción de la investigación. Esta dimensión de la cuestión acerca de la referencia y el reduccionismo queda enmascarada por completo cuando se considera la tesis del reduccionismo como meramente interteórica, despojada de implicaciones ontológicas.

IV.1.3 Simultaneidad entre disciplinas diferentes

Un caso de simultaneidad teórica que supera los límites de las propias disciplinas científicas es el que se establece entre la química molecular, del lado de la química, y la mecánica cuántica, del lado de la física.

¹⁷ Como ha señalado Torretti (comunicación personal), ambos casos –supercolisionador y biología molecular– pueden ser muy diferentes en cuanto a las aplicaciones prácticas que se desarrollen a partir de ellos. Pero esta observación apunta precisamente al núcleo de la cuestión: los programas de investigación científica deberían evaluarse por sus proyecciones futuras y no sobre la base de presupuestos reduccionistas.

Hasta principios del siglo XX, la química siguió un desarrollo histórico independiente de la física: los fenómenos químicos eran concebidos en su propia especificidad y con sus propias regularidades (*cfr.* Nye 1993). Sin embargo, el impactante éxito de la mecánica cuántica llevó a suponer que la química podía reducirse completamente a la física. De este modo, la química pasó a concebirse como una rama de la física que se ocupa de sistemas complejos o procesos particulares, los cuales podrían “en principio” ser descritos y explicados por medio de la teoría cuántica. Por ejemplo, ya en 1921, el físico Paul Langmuir hacía explícita esta posición: “Pienso que dentro de pocos años seremos capaces de deducir el 90% de todo aquello que se encuentre en cualquier texto de química [a partir de] principios elementales, conociendo hechos definidos en relación con la estructura de los átomos” (citado en Scerri 1994, p. 162).

Pero tal vez la afirmación que ha ejercido una mayor influencia en esta línea de pensamiento es la famosa frase de Paul Dirac, según la cual: “Las leyes físicas fundamentales necesarias para la teoría matemática de una gran parte de la física y la totalidad de la química [son] completamente conocidas desde la mecánica cuántica” (Dirac 1929, p. 714). Esta idea se propagó muy rápidamente y fue adoptada por distinguidos físicos y filósofos de la ciencia (para un listado de tales autores, *cfr.* van Brakel 2000a), y aún en la actualidad sigue siendo ampliamente aceptada en el seno de la comunidad científica (*cfr.*, por ejemplo, Wasserman y Schaefer 1986, Bader 2003; para aspectos históricos de la evolución de la mecánica cuántica y su impacto en las ciencias químicas, *cfr.* Nye 1993). Ahora bien, si la química fuera efectivamente una rama de la física, los problemas filosóficos de la química, al ser considerados en profundidad, no serían más que problemas del ámbito de la filosofía de la física.

Como ya señalamos en el Capítulo III, durante los últimos años, muchos filósofos de la química han comenzado a desafiar este enfoque tradicional con el propósito de recuperar la autonomía de la química y, *a fortiori*, la legitimidad de la filosofía de la química. En algunos casos, la autonomía de la química como disciplina es defendida en términos históricos, enfatizando las diferentes tradiciones que marcaron la evolución histórica de la física y de la química (*cfr.* Vancik 1999). Sin embargo, la línea de argumentación más

frecuente es la que enfatiza la imposibilidad de reducción interteórica de la química a la física. Si bien los argumentos particulares difieren entre sí, los autores concuerdan en considerar que las descripciones y los conceptos químicos no pueden derivarse de los conceptos y las leyes de la física, tal como lo supone el reduccionismo tradicional (*cf.*, por ejemplo, van Brakel 2000a).

Sin embargo, en general no se pone en duda la reducción ontológica del mundo químico al mundo físico, pues se da por sentado que, cuando se las analiza en profundidad, las entidades químicas no son más que entidades físicas. Por ejemplo, Vemulapalli y Byerly (1999), si bien insisten en la imposibilidad de reducción interteórica, adoptan una posición fisicalista según la cual la realidad fundamental es de naturaleza exclusivamente física: “La reducción ontológica, en el sentido de mostrar la dependencia de todos los fenómenos respecto de procesos físicos constituyentes, ha sido un programa de investigación altamente exitoso” (Vemulapalli y Byerly 1999, p. 18). Para estos autores, la emergencia de entidades y propiedades químicas debería ser interpretada sólo en un sentido epistémico: la tesis ontológica del fisicalismo evitaría el surgimiento de entidades “dudosas”, carentes de respaldo científico.

Recordemos que el fisicalismo es la idea de que la realidad última se identifica con la realidad física, es la tesis según la cual *todo es físico*, o *todo superviene* de lo físico. Sin embargo, no se rechaza la idea de que en el mundo hay entidades o procesos que no *parecen* físicos, esto es, que no pueden ser captados por el lenguaje de la física. El fisicalismo sostiene, empero, que estas entidades o procesos, precisamente por su condición de no-físicos, constituyen *apariencias*. Las realidades captadas por las teorías no físicas no constituyen sino realidades aparentes: realidades dependientes, secundarias respecto de la realidad física. El fisicalismo así caracterizado constituye una posición reduccionista desde una perspectiva ontológica. Si bien es posible defender el fisicalismo y reconocer, al propio tiempo, la legitimidad y autonomía de las teorías científicas no físicas, dicha autonomía se funda en cuestiones epistemológicas y metodológicas, no en razones ontológicas, puesto que la realidad fundamental *es* la realidad física.

Una posición que se ubica en la misma línea es la de Pier Luigi Luisi (2002), quien reemplaza la distinción entre reducción interteórica y reducción ontológica por la distinción entre deducibilidad *en principio* y deducibilidad *efectiva* o *práctica*: las propiedades químicas son “en principio” deducibles de las propiedades físicas; sin embargo, no pueden ser derivadas efectivamente de las propiedades del nivel físico “debido a dificultades técnicas, tales como la carencia de capacidad computacional o el progreso insuficiente de nuestros conocimientos” (Luisi 2002, p. 192). En otras palabras, si bien las propiedades de un sistema químico no son deducibles *a posteriori* de las propiedades de sus componentes físicos, la predictibilidad *a priori* no puede negarse sin reintroducir una suerte de “vitalismo” inaceptable en la ciencia.

A pesar de la imposibilidad de reducción interteórica de la química a la física, la reducción ontológica otorga a las entidades y propiedades químicas una existencia meramente ilusoria, como he señalado en el capítulo anterior. Si bien esta posición no afecta el trabajo cotidiano de los químicos, conlleva importantes consecuencias filosóficas: la filosofía de la química, privada de problemas ontológicos propios, quedaría confinada al análisis de los métodos y procedimientos utilizados por los químicos en el laboratorio

Esta perspectiva pone en cuestión el problema de *cómo debemos interpretar el lenguaje de la química y, en general, de las ciencias no-físicas*. Si asumimos que las entidades químicas constituyen meras apariencias, debemos admitir que el lenguaje de la química es, como diría Woolley, un lenguaje meramente “metafórico”, estrictamente no referencial cuando no existe una entidad física que pueda operar como su referente legítimo. Este es el problema que surge precisamente en torno al término “orbital químico”.

En el ámbito de la química, un orbital atómico es una región del espacio que, si bien estrictamente posee bordes difusos, tiene una forma definida. Es precisamente la estructura geométrica del orbital atómico aquello que, en química, explica el modo en que los átomos se unen entre sí a través de los enlaces químicos dando lugar a moléculas con una forma o estructura geométrica definida. A su vez, la forma o estructura molecular (*molecular shape*) cumple un papel central en la comprensión de ciertas propiedades macroscópicas de las sustancias, como su reactividad y sus manifestaciones en espectroscopía. La enorme

utilidad teórica del concepto de orbital atómico en química explica el hecho de que, en general, los químicos sean realistas respecto del concepto, esto es, atribuyan al orbital atómico una existencia real. En física, en cambio, el concepto de orbital ha perdido su referente objetivo. En los textos de física cuántica, el orbital atómico suele ser definido como la función de onda de un átomo monoeléctrico y, por ello, se considera sólo una aproximación en átomos multielectrónicos. En consecuencia, el concepto de orbital es concebido como una mera herramienta matemática cuya utilidad reside únicamente en permitir calcular el estado de los electrones en el átomo, en general a través de importantes aproximaciones. Pero, estrictamente, el término 'orbital' carece de referente ontológico.

La diferencia que presenta el concepto de orbital en química y en física puede parecer un detalle menor que sólo da pie a discusiones filosóficas desconectadas con la práctica científica. Sin embargo, este no es el caso: en la medida en que el desacuerdo no apunta a una cuestión meramente epistemológica sino a un problema ontológico, el debate acerca de la existencia o inexistencia de los orbitales condujo a una tensión en el ámbito científico que no tardó en estallar. Durante el segundo semestre de 1999, una noticia sacudió al mundo de la química y de la física: los orbitales habían sido observados y fotografiados por primera vez (Zuo *et al.* 1999). El resultado experimental, anunciado en la tapa de la prestigiosa revista científica *Nature* bajo el inequívoco título "*Orbitals observed*", es descrito por los autores en los siguientes términos: "Todos nuestros mapas muestran fuertes distribuciones no-esféricas de carga alrededor de los átomos de cobre, con la forma [*shape*] característica de los orbitales d" (Zuo *et al.* 1999, p. 51). La "visualización" de orbitales fue rápidamente comunicada a través del mundo científico (*cf.* por ejemplo, Jacoby 1999, Yam 1999, Zurer 1999) y fue nominada como uno de los cinco *highlights* del año en la química (Zurer 1999). A su vez, científicos de prestigiosas universidades señalaron de inmediato la utilidad de este trabajo experimental como punto de partida para la comprensión de otros fenómenos, como la superconductividad de óxidos de cobre a altas temperaturas (*cf.* Humphreys 1999). Algunos libros de texto no tardaron en reproducir las fotografías obtenidas en los experimentos, como confirmación experimental de las predicciones teóricas (Tinoco Jr. *et al.* 2002). Mientras tanto, la visualización de orbitales

en otro compuesto fue comunicada por otro grupo experimental poco después de la publicación del primer artículo (Pascual *et al.* 2000).

A pesar del impacto y la expectativa que generó el resultado de la observación de orbitales, algunos químicos y filósofos de la química objetaron rápidamente las conclusiones obtenidas por los investigadores responsables de la experiencia, señalando el supuesto error conceptual cometido en la interpretación de las visualizaciones (Scerri 2000b, 2001, Wang y Schwarz 2000). Por ejemplo, Eric Scerri insistió en que los orbitales no pueden ser visualizados, no sólo porque las funciones de onda no son observables, sino porque, desde la perspectiva de la mecánica cuántica, los orbitales son sólo ficciones matemáticas desprovistas de cualquier existencia real. Los motivos de Scerri (2001) para tan drástica conclusión se apoyan en dos líneas argumentativas, de las cuales sólo nos interesa la segunda a nuestros fines. El segundo argumento, considerado por el propio autor como el más decisivo, se basa en el hecho de que, según la mecánica cuántica, los electrones carecen de una trayectoria definida: su función de onda no describe su trayectoria sino que permite calcular una distribución de probabilidad. En consecuencia, si se admite que un orbital es una función de onda, entonces los orbitales son inobservables en principio, puesto que la función de onda es una magnitud imaginaria (que incluye el número imaginario $i = \sqrt{-1}$). Sobre esta base, Scerri concluye que “*sólo puede observarse el cuadrado de un orbital atómico y no el orbital atómico mismo*” (Scerri 2001, p. S87). En otras palabras, según el autor, los experimentos comunicados como visualización de orbitales han sido incorrectamente interpretados puesto que los orbitales no son observables. Y tal inobservabilidad no depende de limitaciones empíricas sino del simple hecho de que el término ‘orbital’ *carece de referencia*. Estrictamente, los orbitales *no existen*: “el término científico ‘orbital’ estrictamente es no-referencial” (Scerri 2001, p. S79); términos como ‘orbital’ o ‘estructura molecular’, “filosóficamente hablando, son términos sin referente” (Scerri 2000b, p. 51).

En definitiva, en la discusión acerca de la relación entre física y química, al tiempo que se considera la reducción interteórica un vínculo inalcanzable en la práctica, en general se sigue presuponiendo un reduccionismo ontológico que priva a la química de un dominio

ontológico propio. Por lo tanto, los referentes de los términos de la química son entidades físicas, cuando estas existen; pero en el caso de términos que no poseen un correlato mecánico-cuántico, como 'orbital atómico' o 'forma molecular', se trata de términos estrictamente no referenciales. Recién en los últimos años algunos autores han comenzado a desafiar el reduccionismo ontológico tradicional desde perspectivas pluralistas.¹⁸

IV.2 Escapando al problema ontológico

Como hemos visto en la sección anterior, existen diversas formas de simultaneidad en ciencias, de las cuales los neo-reduccionistas sólo consideran aquellas que suponen el carácter fundamental o más básico de una de las teorías que intervienen en la relación interteórica: la mecánica cuántica, en su relación con la química molecular, o la mecánica estadística, en su relación con la termodinámica. También hemos visto que la cuestión de la reducción interteórica se encuentra estrechamente ligada a la cuestión de los referentes de los términos de las teorías involucradas, y que la cuestión de la referencia tiene profundas implicancias ontológicas. Sin embargo, los filósofos que, desde las filosofías de las ciencias particulares, pretenden recuperar la reducción nageliana tienden a escapar a las cuestiones ontológicas refugiándose en la relación entre teorías: parecen creer que manteniéndose en el plano del lenguaje pueden evitar pronunciarse acerca de qué es lo que existe. En esta sección argumentaré que, en el caso de Needham y de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann, tal intento es infructuoso.

IV.2.1 La estrategia de la impugnación de sentido

Me he referido anteriormente a la relación entre química molecular y mecánica cuántica. Retomaré ahora una reciente discusión respecto de dicha relación interteórica, que se inicia con la publicación, en el año 2005, del artículo "The ontological autonomy of the chemical world" de Olimpia Lombardi y Martín Labarca en el Número 7 de *Foundations of Chemistry*. Esta discusión, si bien relativa a la relación entre química y física, pone en evidencia las consecuencias de la fuerte presencia de cierta tradición de pensamiento en

¹⁸ Más adelante me detendré en distintas posiciones pluralistas.

filosofía. Es mi propósito fundamental abordar algunos aspectos intencionadamente dejados de lado en la reflexión acerca del reduccionismo por parte de algunos filósofos neo-reduccionistas: la relación entre los *mundos* químico y físico, explicitando los supuestos metafísicos que se inmiscuyen al pretender despojar de metafísica a la filosofía de la ciencia.

En el artículo recién mencionado, Lombardi y Labarca (2005a) expusieron sus críticas a la concepción reduccionista en ciencia. Argumentaron en contra de toda forma de reduccionismo interteórico en general y, en particular, del reduccionismo de la química a la física. Cuestionaron, además, toda otra forma (no estrictamente reduccionista) de dependencia ontológica. Y, fundamentalmente, lograron poner de relieve que muchas posiciones filosóficas que expresan un notable rechazo del reduccionismo interteórico en el caso de la relación entre química y física, sin embargo, o bien aceptan explícitamente el reduccionismo ontológico, o bien no lo discuten siquiera. En otras palabras, en general la defensa de la autonomía de la química suele basarse en el rechazo de la reducción interteórica, pero este rechazo no viene acompañado de un cuestionamiento de la idea de que la realidad química es subsidiaria o secundaria respecto de la realidad física. Pero Lombardi y Labarca se preguntan: si en virtud del rechazo del reduccionismo interteórico se defiende la autonomía de la química, ¿por qué se considera que esta es una disciplina secundaria respecto de la física? Y señalan que, para pensar su carácter secundario, es necesario discutir acerca de la reducción ontológica de la química a la física. La tesis del reduccionismo ontológico –según he señalado– afirma que los ítems de la ontología de la que nos habla una teoría científica dependen de los ítems que pueblan la ontología de otra teoría científica. Según algunos autores (Scerri 2005, 2007, 2008, McIntyre 2007), la principal virtud del trabajo de Lombardi y Labarca consiste en haber puesto sobre el tapete la pregunta por *la ontología de la química*, de modo tal que la cuestión ya no puede ser ignorada o pasada por alto.

Mi interés se centra en un aspecto que en la discusión ha sido introducido sin dedicarle mayor atención. Me interesa particularmente la posición de Needham, quien critica la propuesta de Lombardi y Labarca objetando la idea de reducción ontológica.

Needham así lo expresa en 2006, en su respuesta a “The ontological autonomy...” y más aguerridamente aun en el año 2010.

Needham (2006) concede a los autores que la reducción ontológica no debe ser asumida sin más; afirma, empero, que no le resulta claro cómo debería formularse la idea de reducción ontológica. Sostiene que, para que esta tesis sea inteligible, es necesaria una noción aceptable de dependencia ontológica. De tal noción aceptable dependerá que se pueda afirmar que la ontología de la teoría reducida es dependiente de la ontología de la teoría reductora. No obstante, Needham considera que no se ha logrado esbozar con claridad la noción de dependencia ontológica y, por ende, no se ha conseguido volver inteligible la tesis del reduccionismo ontológico. Por lo tanto, el autor renuncia a hablar del tema. Nos invita a abandonar la reflexión filosófica que atiende a la dimensión ontológica del reduccionismo, dado que la noción de dependencia ontológica es, es su opinión, ineludiblemente oscura. Por lo tanto, la carga de la prueba descansa sobre quien pretende usar una noción tan incomprensible como la de dependencia ontológica, y no sobre quien la combate.

Esta postura resulta, a mi entender, altamente singular proviniendo de un filósofo: la noción de dependencia ontológica no debería resultar ajena a nadie que esté familiarizado con la historia misma de la filosofía. Baste mencionar la degradación ontológica que padeció el mundo sensible según Platón o la distinción entre cualidades primarias y cualidades secundarias en la modernidad, para señalar que la noción de dependencia ontológica no debe ser desestimada sin más por confusa. Las afirmaciones de Needham sugieren que el autor niega significación a una parte importante de la tradición filosófica occidental. Sin embargo, su discurso no sorprende; por el contrario, adquiere pleno sentido si se lo comprende como heredero de la tradición del positivismo lógico, un pensamiento que cumple a rajatabla con el *dictum* de desoír, por carente de sentido, toda discusión con algún rastro de metafísica.

En su artículo de 2010, Needham vuelve a la carga contra la idea misma de reducción ontológica, afirmando que la distinción entre reducción epistemológica (a la que prefiere llamar ‘inter-teórica’) y reducción ontológica es una distinción “poco feliz” (p. 169). Según

el autor, quienes hablan de reducción ontológica, tienen en mente una idea eliminativista, “a veces basada en la reducción de la terminología primitiva por reducción, a veces expresada como la aseveración de que algo ‘no es más que’ otra cosa, sea lo que sea lo que esto implique” (p. 169). Como señalé en el capítulo anterior, Needham sostiene que no se requiere que las leyes puente que permiten la reducción interteórica sean bicondicionales: tales enunciados pueden ser condicionales en un sentido, y ello no permite la eliminación. Por otra parte, afirma que, incluso en el caso del uso de definiciones, estas no implican la eliminación de conceptos; por ejemplo, sostiene, el hecho de que la entropía se defina en función de otras magnitudes no significa que el concepto de entropía deba ser eliminado.

Needham está en lo cierto cuando afirma que quienes hablan de reducción ontológica están pensando en una estrategia eliminativista: existe una única ontología, que es descripta con mayor precisión por la teoría reductora. Efectivamente, hemos visto que la reducción ontológica afirma que la temperatura “no es más” que energía cinética molecular media, y que la luz “no es más” que una onda electromagnética: *se eliminan ítems ontológicos*, esto es, entidades, propiedades o procesos que habitan la realidad. Esto es suficientemente claro cuando se lo formula en términos ontológicos; sin embargo, Needham insiste en confinar su discusión al plano del lenguaje, preguntándose por la forma lógica de las leyes puente, y afirmando que no son bicondicionales sino condicionales en un único sentido. Pero quien sostiene que la idea de reducción ontológica tiene sentido, no está hablando de lenguaje, sino de ontología: es cierto que un condicional no identifica ítems o propiedades, pero tampoco lo hace necesariamente un bicondicional. En efecto, un bicondicional en lógica establece la correlación perfecta entre los valores de verdad de dos proposiciones, pero no afirma que los hechos referidos por tales proposiciones sean un único y el mismo hecho. La aplicación de una fuerza sobre un cuerpo y la aparición de una aceleración en el cuerpo son dos hechos cuyas descripciones están correlacionadas por un bicondicional: no obstante, no se trata de un mismo hecho, ni se considera que la fuerza y la aceleración sean la misma propiedad. Los supuestos ontológicos se encuentran atendiendo a la ontología, y no sólo al lenguaje.

Pero Needham sube su apuesta afirmando que ni siquiera las definiciones implican la eliminación de conceptos, y pone el ejemplo de la definición de entropía en términos de otras magnitudes físicas, en particular, calor y temperatura. Aquí hay que señalar que el uso que en física se da a la expresión “definición” no es totalmente preciso y, definitivamente, no es el mismo que se utiliza en ciencias formales. En lógica, por ejemplo, cuando se presenta el sistema clásico en términos de la negación y la conjunción como conectivas indefinidas y las restantes se definen en términos de ellas, se está diciendo que el sistema puede desarrollarse exclusivamente con las conectivas indefinidas. Cuando en aritmética se define el producto en términos de la suma, se está diciendo que todas las operaciones que se efectúan mediante el producto pueden efectuarse también usando exclusivamente la suma. Por el contrario, en física –o en química, por continuar con las disciplinas que utiliza Needham en su argumentación– la situación es completamente diferente. Tomemos el concepto de energía, menos conflictivo que el de entropía. Cuando se “define” la energía cinética como $K = \frac{1}{2}mv^2$, no se está diciendo que la entidad energía cinética no sea más que la propiedad masa y la propiedad velocidad, suponiendo que tenga sentido pensar que las propiedades pueden multiplicarse y elevarse al cuadrado. Una vez más, en esta “definición” es necesario interpretar correctamente el significado del símbolo “=”: como fue explicado en la sección anterior, este símbolo no es una identidad lógica que identifica ítems ontológicos o conceptos, sino que indica identidad entre valores numéricos. Es por esta razón que, en física, las “definiciones” no son eliminativas: porque no son verdaderas definiciones tal como se las concibe desde un punto de vista formal.

Es claro que esto no significa que en física no se utilicen definiciones, pero el hecho de que una igualdad sea efectivamente interpretada como una definición debe ser explicitado más allá del formalismo matemático de una teoría. Por ejemplo, en la formulación tradicional de la teoría newtoniana, la masa m de un cuerpo es una propiedad invariante de dicho cuerpo, que interviene tanto en la segunda ley de Newton que describe la aceleración del cuerpo frente a la aplicación de una fuerza ($F = ma$) como en la ley de gravitación universal que describe la interacción gravitatoria del cuerpo $F = GmM / (r)^2$. Sin embargo, en la formulación de Mach (1883 [1960]), la segunda ley de Newton es interpretada como la definición de masa: el término ‘masa’ no denota una propiedad del

cuerpo sino una constante de proporcionalidad, un número que se obtiene dividiendo el valor numérico de la fuerza aplicada sobre el cuerpo por el valor numérico de la aceleración que el cuerpo adquiere (en ciertas unidades de medida determinadas). Pero, entonces, no puede presuponerse que esta masa “inercial”, este número, sea el mismo valor numérico de la masa “gravitatoria” que interviene en la ley de gravitación universal, que describe un fenómeno completamente diferente del fenómeno de aceleración por aplicación de una fuerza. No obstante, las fórmulas matemáticas son esencialmente las mismas en la interpretación tradicional y en la interpretación machiana: la diferencia entre ambas es una cuestión *ontológica* que no se “lee” en el plano lingüístico, no se obtiene de la mera inspección del lenguaje de la teoría, en este caso el lenguaje matemático en el que se expresan las leyes.

Para comprender cómo funcionan las definiciones, Needham debería tomar en cuenta la tradicional distinción entre el sentido y el referente o denotado de un término, tal como es presentado por Frege. Una definición es una identidad lógica, que pone de manifiesto que los dos términos vinculados por la identidad refieren, *denotan el mismo ítem* en el plano de la realidad: la misma entidad, propiedad, clase, etc. Si se dice que ‘Lewis Carroll = Charles Dogdson’, se afirma que existió un *mismo* señor que respondía a ambos nombres. Si se define ‘escandinavo=sueco o noruego o finés’, se dice que el conjunto de los escandinavos es el *mismo* conjunto que la intersección entre los conjuntos de los suecos, los noruegos y los fineses. Ahora bien, una identidad puede ser informativa porque los dos términos vinculados poseen diferentes sentidos. En el caso de una definición, podemos entonces acordar con Needham en que las definiciones no implican la eliminación de conceptos: los sentidos de los términos pueden concebirse como los distintos conceptos vinculados mediante la definición. Pero es necesario insistir en que aquello a lo cual se refieren quienes defienden la significatividad de la noción filosófica de reducción ontológica no es el plano de los conceptos o de los sentidos, sino el plano ontológico, en el que habitan los *referentes* o denotados de los términos. Y una definición, si bien vincula términos de diferente sentido, establece una identidad lógica entre tales términos, según la cual ambos términos refieren, denotan una misma y única entidad en el plano de lo real. Por lo tanto, si un término de la teoría reducida se vincula definicionalmente con un término de

la teoría reductora, no hay dos ítems en la ontología, sino sólo uno, el referido por la teoría reductora: por lo tanto, el ítem putativo referido por la teoría reducida debe ser eliminado. No se ve cómo podría no interpretarse la reducción ontológica en clave eliminativista. Pero Needham puede evitar estas conclusiones porque nunca abandona el plano del lenguaje o, a lo sumo, de lo conceptual, para aventurarse a pensar cómo es el mundo.

Es interesante señalar que, cuando Needham abandona las discusiones acerca de la forma lógica de las leyes puente, discusiones enraizadas en la tradición de la “concepción heredada”, y aborda cuestiones propias de la práctica científica, su posición se torna más plausible. Por ejemplo, sobre el final de su artículo de 2010, discute con Marshall Spector quien sostiene que, gracias a la reducción interteórica exitosa de la termodinámica a la mecánica estadística, “desde un punto de vista teórico, no hay ulterior necesidad de la ontología de la termodinámica. Por ejemplo, podemos hablar de la energía cinética media de las moléculas en lugar de la temperatura de una muestra de gas. Esto puede expresarse más enérgicamente diciendo que la temperatura no existe” (Spector 1978, p. 60). Needham se opone a esta postura diciendo que la reducción interteórica no implica que se elimine una entidad por el propio progreso de la ciencia, como sí sucedió en el caso del calórico o del flogisto. Por otro lado, también se opone a quienes, como Jaegwon Kim (1999), consideran que la realizabilidad múltiple de una cierta propiedad o entidad implica que el concepto correspondiente no debe legítimamente figurar en leyes científicas. Frente a ello, Needham recuerda correctamente que existen muy diferentes formas en las que se “realiza” la temperatura: como temperatura de un gas, temperatura de un sólido, temperatura de un cuerpo que experimenta cambio de fase, temperatura de radiación, etc. No existe una entidad o propiedad subyacente que dé cuenta de la temperatura en todos estos casos; por ejemplo, en el caso de un gas, la temperatura puede pensarse como energía cinética media de las moléculas, pero no en el caso del cambio de fase, donde el aumento de la energía cinética media no se manifiesta como un aumento de temperatura. De aquí, Needham concluye que la noción usual de temperatura descansa en la teoría general de la termodinámica. Recordemos su cita en la que afirma que este concepto es independiente de toda característica específica de realización (ver Capítulo III). Pero, si esto es así, el paso siguiente es admitir que no hay una única entidad referida por los términos ‘energía cinética

media' y por 'temperatura': la entidad denotada por 'temperatura' existe independientemente de las entidades que constituyen sus posibles "realizadores". Y esta conclusión estaría a un paso del pluralismo ontológico que tanto se empeña en combatir. Pero, por supuesto, Needham no da nunca este último paso ontológico, y se mantiene en el mundo de las palabras y los conceptos, "a salvo" de toda declaración ontológica.

En definitiva, si bien desde una perspectiva que le permite tener en cuenta las teorías científicas "de carne y hueso" y no sólo las hipotéticas "teorías T" de las que ha hablado mucha de la filosofía de la ciencia tradicional, no obstante sigue anclado en una visión heredera del positivismo lógico. Se nos invita a no analizar la dimensión ontológica de la reducción: no tiene sentido discutir la reducción ontológica, mientras que sí tiene sentido analizar la reducción en su versión interteórica. En efecto: ¿a qué debe dedicarse entonces la filosofía de la ciencia? A analizar el plano del lenguaje o, a lo sumo, el plano conceptual de las teorías científicas, acatando el *dictum* positivista. Entonces, neguemos significación a la dimensión ontológica de la reducción. Pero esto equivale a no poner en cuestión el reduccionismo ontológico, el cual sigue operando como un supuesto subyacente nunca explicitado, supuesto de una enorme carga metafísica, a pesar de los vanos esfuerzos de expurgar el discurso de la filosofía de la ciencia de todo rastro de metafísica.

IV.2.2 La estrategia del agnosticismo ontológico

Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann (2010) abren su artículo afirmando que su propósito consiste en "examinar la reducción interteórica sincrónica, esto es, la relación reductiva entre pares de teorías que tienen el mismo dominio de aplicación (o dominios que se superponen ampliamente), y que son simultáneamente válidas en diversas medidas" (p. 393). Como ya señalé en el capítulo anterior, su objetivo final es reivindicar el enfoque nageliano de la reducción, para lo cual adoptan el modelo generalizado de reducción de Nagel-Schaffner (GNS), que les permitirá afrontar las críticas derivadas de la rigidez del modelo nageliano.

Los autores recorren varias de las objeciones que se han formulado contra el modelo nageliano. Aquí no presentaré todas ellas, sino sólo aquellas objeciones que se relacionan

con el problema del realismo y la referencia de los términos científicos. Por ello, analizaré las afirmaciones de los autores respecto de la forma y contenido de las leyes puente, necesarias para la reducción heterogénea, y las cuales son consideradas “cruciales para esta imagen [GNS] de la reducción” (p. 398). Respecto de estos enunciados, los autores comienzan por denominarlos ‘*reglas de traducción*’ del lenguaje de la teoría reducida al lenguaje de la teoría reductora. Pero, como señalé en el capítulo anterior, si las leyes puente fueran realmente reglas de traducción, la reducción interteórica implicaría directamente reducción ontológica. Como no es esto lo que afirmarán los autores, seguiremos avanzando en su ulterior discusión acerca de las leyes puente.

Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann recuerdan la caracterización que brinda Schaffner (1976, 1993) de las leyes puente, a las que llama ‘*funciones de reducción*’. Dado un término t_2 de la teoría reducida T_2 , y un término t_1 de la teoría reductora T_1 , según Schaffner una ley puente es un enunciado tal que: (i) ambos términos son coextensionales, esto es, uno de ellos se aplica sii el otro se aplica, y (ii) contiene una función f tal que $\tau_2 = f(\tau_1)$, “donde, respectivamente, τ_2 y τ_1 son los valores de t_2 y t_1 ” (Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann 2010, p. 399). Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann se hacen eco de esta caracterización, si bien con ciertas calificaciones que considerarán más adelante.

El aspecto positivo de esta caracterización es que Schaffner reconoce la diferencia entre la identificación de términos y la identificación de valores numéricos: las leyes puente no son identidades que se establecen entre términos (lo cual indicaría un único referente para ambos términos) sino entre valores numéricos, pues sólo entre valores numéricos (o variables con dominios numéricos) pueden establecerse funciones matemáticas. Sin embargo, al mismo tiempo, nos sorprende diciendo que la función f conecta valores numéricos *de términos*: ¿qué valor numérico puede tener un término? Los términos, en tanto ítems lingüísticos, pueden tener un valor semántico dado por su significado, pero no un valor *numérico*. La expresión correcta del punto (ii) en la caracterización de ley puente debería afirmar que τ_2 y τ_1 son *los valores de las magnitudes o propiedades que constituyen los referentes* de t_2 y t_1 . Pero al hablar de los referentes de los términos y no de

los términos mismos abandonamos el seguro reducto del lenguaje para aventurarnos en el metafísico ámbito de lo real, algo que los neo-reduccionistas intentan por todos los medios evitar.

La pregunta que de inmediato se impone a los neo-reduccionistas es cuál podría ser el objetivo de la reducción si el propósito de respaldar la reducción ontológica se ha dejado de lado: ¿para qué seguir insistiendo en encontrar puentes reductivos entre teorías si abandonamos nuestro interés de brindar una adecuada descripción del mundo tanto en sus aspectos observables como inobservables? A diferencia de Needham (2010), quien no considera esta pregunta, Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann (2010) enfrentan explícitamente el desafío de responderla. Según los autores, “[l]as reducciones son deseables primero y principalmente por otras dos razones: consistencia y confirmación. [...] las reducciones que no logran más que consistencia y confirmación son reducciones *bona fide*.” (p. 405). Con este argumento, los autores niegan la necesidad de que las leyes puente sean identidades: todo lo que se necesita para la reducción son correlaciones *de facto* entre propiedades, “y podemos mantenernos agnósticos acerca de la cuestión de si las leyes puente expresan algo más que meras correlaciones” (p. 405). En otras palabras, no se afirma que las leyes puente no expresan identidades sino correlaciones, sino que el punto no es importante, ya que lo único que importa es la posibilidad de establecer vínculos interteóricos formales: la cuestión de si los términos vinculados por una ley puente tienen el mismo referente o no, no es una cuestión que interese a los neo-reduccionistas.

Detengámonos, entonces, en la propia forma de la caracterización de Schaffner de ley puente. Esta caracterización sólo considera la posibilidad de una relación uno-a-uno entre los términos de la teoría reducida y los términos de la teoría reductora: la función f vincula los valores τ_2 y τ_1 de las magnitudes referidas por los términos t_2 y t_1 . En cierto sentido, esta perspectiva esconde una concepción atomística del lenguaje, a la que me he referido en el Capítulo II, y según la cual las palabras o términos son los átomos lingüísticos, los elementos a los que se asigna primariamente valor semántico. Si esto es así, en la reducción parece razonable exigir, a la manera de Schaffner, que cada átomo de la teoría reducida se vincule con un átomo de la teoría reductora. Ahora bien, si no se supone

que las cuestiones semánticas tengan relevancia respecto de las leyes puente, y se admite que estas pueden ser expresiones de meras correlaciones de facto, ¿por qué deberíamos restringirnos a la relación uno-a-uno entre términos?, ¿por qué no considerar funciones de la forma $\tau_2 = f(\tau_1, \tau_1', \tau_1'', \dots)$, donde los $\tau_1, \tau_1', \tau_1'', \dots$ son todos términos de la teoría reductora? Esta relación es la que podría establecerse, por ejemplo, entre la temperatura y las propiedades mecánicas de un gas, si se considera que la energía cinética realmente se define en términos de la masa y el cuadrado de velocidad de los cuerpos. Así, en lugar de la famosa fórmula $T = (2/3k)\overline{E_K} = f(\overline{E_K})$, podría establecerse una función que relacionara el valor de la temperatura de un gas con las masas m_i y las velocidades v_i de las partículas componentes, $T = f(m_i, v_i)$. En este caso se pierde la relación uno-a-uno entre los términos de la teoría reducida y de la teoría reductora.

Pero si lo único que se requiere para la reducción es algún tipo de vínculo formal que no implique identificación, entonces tal vínculo podría incluso no tener una forma estrictamente funcional. Por ejemplo, según Fritz Rohrlich (1988), el vínculo interteórico paradigmático es el que viene dado por un límite matemático. Sean la teoría reductora T_2 y la teoría reducida T_1 , en muchos casos puede definirse un cierto *parámetro característico* p como cociente entre los valores de dos variables de igual dimensión, ambas pertenecientes a T_1 , de modo tal que la formulación matemática $M(T_2)$ de T_2 se obtiene aplicando el límite matemático $p \rightarrow 0$ a la formulación matemática $M(T_1)$ de T_1 :

$$\lim_{p \rightarrow 0} M(T_1) = M(T_2).$$

De este modo, el parámetro característico p , que pertenece a $M(T_1)$, desaparece en $M(T_2)$. El caso clásico de este tipo de límite es la relación interteórica entre mecánica clásica y relatividad especial: la formulación matemática de la mecánica clásica se obtiene de la relatividad especial al hacer tender a cero el parámetro característico $\beta = (v/c)^2$, donde v es la velocidad del cuerpo considerado y c es la velocidad de la luz en el vacío. El parámetro β , definido como cociente entre variables de igual dimensión –velocidades–, desaparece en la mecánica clásica: en el mundo de la mecánica clásica, la velocidad de la luz c ya no existe como constante universal que fija el límite máximo de velocidad para los

cuerpos. Este tipo de relación interteórica no puede subsumirse bajo la caracterización de Schaffner ya que, en general, la operación matemática de paso al límite no equivale ni puede expresarse como una función.

No obstante, admitir este tipo de relaciones interteóricas, no asimilables ni reductibles a una relación funcional uno-a-uno, debería ser totalmente natural para los neo-reduccionistas, ya que desde esta perspectiva cobra mayor sentido el abandonar la idea de leyes puente como identidades y se respalda la idea de que el propósito de la reducción nada tiene que ver con las cuestiones ontológicas que se derivan de considerar la referencia de los términos vinculados por leyes puente, sino que las reducciones sólo persiguen consistencia y confirmación. En efecto, su perspectiva les permitiría conservar su agnosticismo respecto de cuestiones ontológicas, de modo de que la reducción neo-nageliana podría resultar compatible con cualquier posición ontológica, incluso con el anti-reduccionismo ontológico (Frigg, comunicación personal), si algo como el reduccionismo ontológico lograra cobrar sentido, diría Needham. En otras palabras, el modelo GNS como modelo reductivo y su aplicabilidad a la ciencia serían independientes de que se considere que hay una ontología única o múltiples ontologías; que las propiedades y entidades de cada teoría, de la teoría reducida y la teoría reductora, conectadas mediante los enunciados puente, pueden considerarse reales, existentes, objetivas, constituidas subjetivamente, o cualquier otra variante metafísica que se quiera. Si así fuera, esta “neutralidad ontológica” debería reconocerse como una ventaja de la perspectiva de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann, que le permitiría adecuarse a cualquier pronunciamiento acerca de lo real. Sin embargo, cuando se avanza en el texto de los autores, se comprueba que la propuesta no es tan “neutral” como podría suponerse en un comienzo.

Cuando se abocan a analizar en detalle la naturaleza de las leyes puente, Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann (2010, p. 404) afirman explícitamente que “son aseveraciones factuales”. A continuación, distinguen entre dos tipos de leyes puente: las *leyes de asociación de entidades* y las *leyes de asociación de propiedades*. Según los autores, las primeras asocian entidades básicas de las teorías T_1 y T_2 ; ejemplos de este caso son las que identifican luz y radiación electromagnética, corriente eléctrica y flujo de electrones, y un

gas y una multiplicidad de partículas. Las segundas, en cambio, pueden expresar meras regularidades, conexiones legales o incluso otro tipo de relaciones: su único requisito es que permitan la reducción. Entonces, el enunciado ‘un gas es una multiplicidad de partículas’ sería una ley de asociación de entidades, mientras que el enunciado ‘la temperatura es energía cinética media por molécula’ es una ley de asociación de propiedades.

Resulta claro que la distinción entre los dos tipos de leyes puente depende esencialmente de la distinción entre entidades y propiedades. La primera pregunta que surge frente a ello es la que se refiere a cómo se establece tal distinción. Es cierto que, en muchos lenguajes naturales, los referentes de los sustantivos –comunes o propios– se conciben como entidades (por ejemplo, ‘gas’ y ‘multiplicidad de partículas’), mientras que los referentes de los adjetivos suelen considerarse propiedades (siguiendo con nuestros ejemplos, ‘temperatura’ y ‘energía cinética media por molécula’). No obstante, tal distinción expresa los supuestos ontológicos implícitos en el lenguaje cotidiano, ya que desde un punto de vista estrictamente lógico no existe tal diferencia sustancial. En efecto, en una formulación lógica de los enunciados incluidos en el párrafo anterior, ‘ser un gas’ y ‘ser una multiplicidad de partículas’ (o ‘ser una partícula’) cumplen el mismo papel predicativo que ‘tener una temperatura de x °C’ o ‘tener una energía cinética media de y Joules’. Por lo tanto, la forma lógica de tales enunciados es perfectamente compatible con una ontología de “particulares desnudos” en los que inhiere todas sus propiedades. Lo dicho no significa en modo alguno que establecer la distinción entre entidades y propiedades implícita en el lenguaje cotidiano sea incorrecta. Lo único que se pretende señalar aquí es que tal distinción es el resultado de un claro compromiso ontológico, no sólo respecto de la estructura ontológica de lo real –una ontología de individuos y propiedades–, sino incluso de cuáles ítems caen en una de las categorías ontológicas y cuáles en la otra. Por lo tanto, la propuesta de Bahmani, Frigg y Hartmann no es tan ontológicamente “neutral” como sugieren los propios autores.

Detengámonos ahora un momento en las características que se adjudican a las leyes de asociación de entidades. Bahmani, Frigg y Hartmann sostienen que “expresan

identidades: los gases *son* multiplicidades de átomos, los genes *son* cadenas de aminoácidos, etc.” (2010, p. 404, *italica en el original*). Recordemos que un enunciado que expresa identidad entre entidades es, desde el punto de vista lógico, un enunciado de identidad, esto es, un enunciado que afirma que dos términos denotan el mismo ítem en el plano de lo real: si un gas es una multiplicidad de átomos, en la realidad no hay dos ítems sino sólo uno, que alternativamente puede nombrarse con el término ‘gas’ y con la expresión ‘multiplicidad de átomos’. Pero si esto es así, las “leyes de asociación de entidades” no son estrictamente leyes pues, a diferencia de lo que afirman Bahmani, Frigg y Hartmann, *no son enunciados factuales*: los enunciados de identidad no nos hablan de la realidad sino del lenguaje al decirnos que hay dos términos que refieren a lo mismo.

Por otra parte, Bahmani, Frigg y Hartmann (2010, p. 404) afirman que, mientras que las leyes de asociación de propiedades son externas a la teoría reductora, las leyes de asociación de entidades son *internas* a la teoría reductora. Por ejemplo, “no hay nada en la teoría cinética de los gases *per se* que nos hable de asociar la energía cinética con la temperatura”; por el contrario, “es un postulado básico de la teoría cinética de los gases que los gases son multiplicidades de átomos; y es un postulado básico de la mecánica estadística que los sistemas dentro del alcance de la termodinámica tienen una constitución molecular y que el comportamiento de las moléculas está gobernado por las leyes de la mecánica” (p. 404). En otras palabras, el enunciado ‘un gas es una multiplicidad de partículas’ debería pertenecer a la mecánica estadística en la reducción de la termodinámica a la mecánica estadística. Nótese que aquí los autores efectúan un nada inocuo desplazamiento desde mecánica estadística a teoría cinética de los gases, lo cual brinda plausibilidad a su afirmación: es difícil negar que el supuesto de que un gas es una multiplicidad de partículas sea un postulado básico de la teoría cinética de los gases. Pero este desplazamiento no es legítimo, ya que la llamada teoría cinética de los gases es precisamente la aplicación de la mecánica estadística a los gases a fin de obtener sus propiedades termodinámicas y, por tanto, constituye un eslabón de la reducción misma. En cambio, cuando la teoría reductora es la mecánica estadística en tanto teoría que estudia el comportamiento mecánico estadístico de sistemas compuestos por un número elevado de

partículas, el supuesto de que el enunciado ‘un gas es una multiplicidad de partículas’ pertenece a la teoría reductora resulta mucho más difícil de aceptar.

Ahora bien, si realmente las leyes de asociación de entidades pertenecen a la teoría reductora, no queda claro por qué debería seguir considerándose las leyes puente en el sentido nageliano, puesto que el papel esencial que cumplen las leyes puente es el de conectar los términos de la teoría reducida que no pertenecen a la teoría reductora con términos de la teoría reductora: la expresión ‘puente’ alude precisamente a este papel de conexión. Los propios autores, en un pie de página (p. 404), reconocen que podría cuestionarse que se las continúe llamando ‘leyes puente’, y afirman que ellos habrían preferido denominarlas ‘reducción de fondo de la teoría reductora’ (“*background reduction of T_1* ”). Esta idea recuerda las afirmaciones de Needham (2010), mencionadas en el capítulo anterior, acerca de convertir la reducción heterogénea en una reducción homogénea mediante la especificación completa de la teoría reductora: la teoría reducida es “retrotraída” a la teoría reductora. La diferencia aquí es que, para Bahmani, Frigg y Hartmann, la teoría reducida es “retrotraída” sólo respecto de los términos que denotan entidades, y no de aquellos que refieren a propiedades. Por lo tanto, mientras que la postura de Needham sugiere la total eliminación de la ontología referida por la teoría reducida, la propuesta de Bahmani, Frigg y Hartmann remite a una ontología donde los individuos son los referidos por la teoría reductora, las propiedades referidas por la teoría reductora son las propiedades “básicas” de la realidad, mientras que las propiedades referidas por la teoría reducida existen efectivamente como propiedades emergentes a partir de las propiedades básicas. Claro está que ninguno de estos autores neo-reduccionistas aceptaría pronunciarse acerca de cuestiones ontológicas. No obstante, también resulta bastante claro que la decisión de Bahmani, Frigg y Hartmann de incluir las mal llamadas “leyes puente de asociación de entidades” en la teoría reductora no es una movida ontológicamente inocua como suponen los propios autores.

Finalmente, consideremos una ulterior consecuencia de suponer que las leyes de asociación de entidades son internas a la teoría reductora. Concentremos la atención en nuestro ya conocido ejemplo, ‘un gas es una multiplicidad de partículas’, en particular en el

término 'gas'. Si el enunciado es interno a la teoría reductora, entonces el término 'gas' pertenece a la teoría reductora, esto es, a la mecánica estadística. Pero, indudablemente, el término 'gas' también pertenece a la teoría reducida, puesto que la termodinámica, si bien no exclusivamente, se ocupa de ciertas propiedades macroscópicas de los gases. Ahora bien, si se pretende que la ley de asociación de entidades contribuya a la reducción de la teoría reducida a la teoría reductora, el término 'gas' debe poseer el mismo significado en mecánica estadística y en termodinámica. Por lo tanto, en ambas teorías el término 'gas' refiere a lo mismo. Y esto implica que la referencia del término 'gas' puede establecerse de un modo que no depende de la teoría en la cual aparece. Esta idea ya aparecía implícitamente en el primer párrafo del artículo de Bahmani, Frigg y Hartmann (2010, p. 393), donde los autores afirman que se ocuparán de la reducción interteórica sincrónica, esto es, de la relación entre teorías que tienen el mismo dominio de aplicación o dominios que se superponen ampliamente: en efecto, establecer *a priori* que ambos dominios son el mismo (o se superponen ampliamente) supone que tales dominios pueden ser identificados como el mismo con independencia de las teorías involucradas.

Si recordamos las teorías de la referencia tradicionales comentadas en el Capítulo 1, el supuesto de Bahmani, Frigg y Hartmann requeriría la adopción de una teoría causalista de la referencia para los términos científicos, según la cual la relación que los términos tienen con sus objetos denotados es una relación directa, no mediada por ninguna otra instancia. Precisamente, la teoría causalista permitiría a los neo-reduccionistas admitir la *continuidad referencial*, no ya entre una teoría pasada y su sucesora, como en el caso que interesaba a los realistas críticos, sino entre teoría reducida y reductora en el caso de la relación interteórica de reducción. Sin embargo, los neo-reduccionistas no discuten el problema de la referencia de los términos "de entidades" involucrados en la reducción, y ello tal vez porque tal discusión los conduciría a reconocer sus propios supuestos ontológicos. En efecto, como ya señalamos en aquel capítulo, la teoría causalista de la referencia suele sustentarse sobre compromisos metafísicos esencialistas acerca de las clases naturales, según los cuales es la esencia de la clase aquello que determina la extensión del término de clase. Más allá de las dificultades de la aplicación de la teoría causalista de la referencia en ciencias, cuestiones que ya fueron discutidas en los dos primeros capítulos de este trabajo,

aquí lo relevante es destacar que, a pesar de todos sus esfuerzos por mantenerse ontológicamente neutrales, la postura de Bahmani, Frigg y Hartmann reposa sobre supuestos ontológicos, sólo que en este caso totalmente inadvertidos e incluso negados por los propios autores.

En definitiva, las posturas neo-reduccionistas nos invitan a atender exclusivamente a cuestiones lingüísticas, y a desatender cuestiones ontológicas. No obstante, aceptan la co-referencialidad en dominios de aplicación que se solapan en ciencia. Ahora bien, es innegable la presencia, aquí, de un fuerte compromiso ontológico. ¿Cómo resulta sensato negar la relevancia o la necesidad de discutir cuestiones ontológicas y, al mismo tiempo, afirmar que teorías científicas distintas refieren a los mismos ítems? La tesis de la continuidad referencial, aquí bajo la forma de solapamiento total o parcial, *no nos dice nada* salvo lo que nos dice respecto de las ontologías de las diferentes teorías científicas. Y es así que, en los propios autores que pretenden distanciarse de la discusión ontológica, reaparecen los supuestos ontológicos, incluso aquellos más fuertemente metafísicos como los que involucran compromisos esencialistas en ciencia.

El abandono de la ontología va de la mano de la pérdida de la filosofía. Pero, afortunadamente, la filosofía se resiste a ser abandonada. Por lo tanto, una vez que nos liberamos de las limitaciones que imponía el positivismo lógico acerca del ámbito "maldito" de la metafísica, podemos preguntarnos sin avergonzarnos acerca del plano ontológico donde habitan los referentes de la ciencia.

CAPÍTULO V

Realismo pluralista y multiplicidad ontológica

En el presente capítulo presentaré el *realismo científico pluralista* o *pluralismo ontológico de raigambre kantiana* (Lombardi y Pérez Ransanz 2012), una posición epistemológica realista que se diferencia del realismo científico autodenominado crítico que he presentado en el Capítulo I, y que dista, asimismo, de las posturas neo-reduccionistas a las que me he referido en el Capítulo III del presente trabajo. Este tipo de realismo se aleja de tales posiciones porque rechaza algunos supuestos filosóficos fuertes, comunes a ellas, a los cuales me he referido en los Capítulos II y IV. Allí rechacé el supuesto de la unicidad referencial presente en las propuestas realistas y reduccionistas. También cuestioné, fundamentalmente, la no problematización o reflexión en torno a la idea de que la *unicidad referencial es el límite al que tiende el lenguaje científico*. En tales capítulos sugerí –sin haberme detenido en ello– que este supuesto se monta sobre otro: la idea de una *ontología única y fundamental*. Este último supuesto, el de la unicidad ontológica, es fuertemente cuestionado por el realismo pluralista desarrollado por Lombardi y Pérez Ransanz. A la exposición de esta concepción sobre la ciencia dedicaré este capítulo, con el objetivo de argumentar, en el siguiente capítulo, que esta posición filosófica ofrece una respuesta satisfactoria a los problemas que presentan las posiciones evaluadas previamente.

V.1 *Realismo de inspiración kantiana*

Olimpia Lombardi y Ana Rosa Pérez Ransanz (2012) recorren ciertas distinciones en posiciones tradicionales de la filosofía de la ciencia, con el objetivo de señalar que su posición se aleja de lo que denominan *realismo metafísico*, tesis que engloba el *realismo metafísico en sentido estricto* y el *realismo gnoseológico*. El realismo metafísico en sentido estricto es la tesis según la cual la realidad misma, entendida como totalidad de objetos y con una determinada estructura, existe independientemente del sujeto en tanto que sujeto

cognoscente. De acuerdo con el realismo metafísico en sentido estricto, la objetividad de la realidad en su totalidad es independiente del acto de conocimiento del sujeto; el sujeto no interviene en la constitución de la objetividad. Que la realidad está determinada significa que hay categorías y clases únicas y absolutas que fijan o estructuran la realidad en sus ítems ontológicos existentes, con sus propiedades y relaciones esenciales.

Resulta evidente que el realismo metafísico en sentido estricto delineado por Lombardi y Pérez Ransanz se identifica con el realismo científico en su versión *metafísica* tal como ha sido caracterizado en el primer capítulo de este trabajo (que es como suele presentárselo en la bibliografía que recoge la distinción entre realistas y antirrealistas científicos). Recordemos que el realismo científico metafísico se definió en dicho capítulo como la tesis según la cual, en primer lugar, la realidad que la ciencia pretende explicar es independiente del sujeto cognoscente; en segundo lugar, el mundo real en su totalidad es más amplio que el mundo de objetos que captamos a través de los sentidos, esto es, las entidades teóricas de las que nos hablan las teorías científicas son entidades existentes. Por su parte, el realismo gnoseológico caracterizado por las autoras es la posición según la cual es posible conocer esa realidad determinada, al menos aproximadamente. Así definido, el realismo gnoseológico equivale al realismo *epistémico* como fue caracterizado en el primer capítulo de este trabajo (nuevamente, como es caracterizado en la discusión entre realistas y antirrealistas). Se ha definido el realismo epistémico como la tesis según la cual es posible conocer las entidades teóricas o no observables postuladas por las teorías científicas. Además, el realismo gnoseológico científico caracterizado por Lombardi y Pérez Ransanz incluye lo que en el primer capítulo he denominado realismo *semántico*, porque de acuerdo con esta posición los enunciados científicos poseen valor de verdad. La verdad es entendida como una propiedad que depende de la relación entre lenguaje y realidad. Esta relación es comprendida, a su vez, como un vínculo asimétrico en la medida en que la verdad depende del polo de la realidad: la ontología fundamental e independiente del sujeto es responsable del valor de verdad del lenguaje científico. Aclaran las autoras que no es necesario que el realismo metafísico se comprometa con la idea de que la realidad independiente es atemporal o ahistórica. El realismo metafísico no afirma necesariamente que la realidad determinada sea definitiva, en el sentido de estar determinada de una vez y para siempre,

sino que puede incluir, entre sus tesis, la idea de que la estructura de la realidad se modifica a través del tiempo y que estas modificaciones pueden incluso depender de la acción humana. El compromiso fundamental que hace “metafísico” al realismo es la idea de que la estructura de la realidad no depende de los sistemas conceptuales y categoriales del sujeto en tanto que sujeto cognoscente: el rol de la subjetividad se limita al intento de descubrir la estructura que la realidad tiene en un momento dado.

En el primer capítulo de este trabajo he presentado las posiciones realistas de Psillos y de Niiniluoto, que los autores consideran concepciones críticas, y las he cuestionado en el segundo capítulo. Estas posiciones pretenden no asumir los compromisos ingenuos del realismo metafísico, epistémico y semántico, deseando, empero, mantenerse dentro de los límites de las tesis afirmadas por estos tres tipos de realismo. Una de las críticas en las que he insistido es que sus posiciones, aun pretendiéndose no ingenuas, no se alejan –contrariamente a lo que sostienen sus defensores– de las formulaciones ingenuas del realismo tradicional. Considero que he señalado suficientemente que, a mi entender, tanto el realismo científico de Psillos como el realismo de Niiniluoto adoptan el núcleo duro del realismo metafísico –tanto del realismo metafísico en sentido estricto como del realismo gnoseológico– tal como es caracterizado por Lombardi y Pérez Ransanz. La propuesta de estas autoras se alejará de este realismo científico pretendidamente crítico.

Para comprender en qué consiste el pluralismo ontológico de Lombardi y Pérez Ransanz es necesario aclarar, en primer lugar, que las autoras sostienen que su propuesta realista se inspira en la filosofía kantiana. Por lo tanto, es necesario exponer brevemente en qué sentido esta posición presenta una inspiración kantiana.

La inspiración kantiana se manifiesta, en primer lugar, en el hecho de que el realismo pluralista comparte con la filosofía de Kant el rechazo del realismo metafísico tal como aquí ha sido caracterizado. Al constituir su filosofía trascendental una superación del enfrentamiento entre racionalismo y empirismo, Kant plantea de un modo radicalmente novedoso el problema en torno al cual se enfrentaban “realistas trascendentales” e “idealistas empíricos”, tal como él mismo los denominaba. Antes de Kant, la polémica giraba en torno de si hay realmente objetos “ahí afuera”, objetos físicos o materiales, o si

sólo existe lo mental (por ejemplo, Locke *versus* Berkeley). Con Kant, en cambio, no se trata de establecer qué es lo que realmente existe; el problema está en aceptar que todo aquello que llamamos “objeto”, del tipo que sea, está constituido en el marco de nuestro esquema categorial y es, por tanto, “objeto para nosotros”.

La revolución copernicana en metafísica, que la filosofía occidental debe a Kant, consiste entonces en la consideración de que aquello que recibimos pasivamente por la sensibilidad es el material para construir el objeto. Ese material, la multiplicidad de datos sensoriales, se inserta en un *proceso constructivo* que lo convierte en *presentaciones de objetos*. Los objetos de conocimiento son construcciones de nuestra espontaneidad intelectual con arreglo a los conceptos puros, no son cosas preexistentes de las cuales la mente *tiene noticia* (*cf.* Torretti 1980). El objeto constituido y conocido, el objeto empírico, “no es una unidad preexistente, presentada aparte de los datos sensibles, que comparemos con estos para cerciorarnos si efectivamente corresponden a ella o no. Sólo los datos nos dan el objeto; pero tampoco ellos nos lo dan de suyo; lo dan, lo hacen presente sólo en la síntesis que los refiere a él, que al enlazarlos bajo su concepto, lo construye. El objeto empírico es objeto fenoménico; conocerlo es constituirlo, sintetizarlo. La síntesis opera regida por los conceptos puros del entendimiento o categorías.” (Torretti 1980, p. 500).

El pluralismo ontológico hereda una de las tesis fundamentales de la filosofía de Kant, a saber, que el objeto que conocemos es *objeto para nosotros*, es decir, es objeto fenoménico: objeto en tanto se nos da a los sujetos cognoscentes. Esto es, nuestro conocimiento empírico, nuestro conocimiento de objetos, es conocimiento de *fenómenos*. De acuerdo con el realismo pluralista, el objeto de conocimiento resulta de la síntesis que, como afirma Torretti, opera de acuerdo con los conceptos del entendimiento o categorías. Esto significa que los objetos resultan de la constitución que nuestro esquema conceptual efectúa sobre el material nouménico.

Sólo accedemos a aquello que, de algún modo, se nos da a nosotros, sujetos de conocimiento, y a lo que los sujetos imponemos alguna forma. Los objetos para nosotros,

que constituyen los objetos *en sentido estricto*, son fenómenos. Esto vale para todos los objetos: los objetos de nuestro sentido interno y los objetos espaciales, del sentido externo.

Los fenómenos, sostiene Kant, no son cosas-en-sí mismas. El objeto empírico o fenómeno es el resultado de aplicar la síntesis de las categorías a lo dado en la intuición sensible. Al ser el objeto empírico resultado de la síntesis de esquema categorial y el material dado en la intuición, resulta evidente que no hay objeto que sea independiente de la estructura de la subjetividad. Pero en la medida en que esta tesis es sostenida en la filosofía kantiana de modo radical, es necesario resaltar qué significa que el objeto *en sentido estricto* el que resulta de esta síntesis. Esto significa que la realidad misma del objeto no es independiente de la estructura de la subjetividad: ni la existencia del objeto, ni lo que el objeto sea, ni la determinación de sus propiedades es independiente de dicha estructura. En este sentido se comprende el rechazo del realismo metafísico por parte de Kant. Este rechazo constituye la inspiración fundamental de la concepción epistemológica de Lombardi y Pérez Ransanz que desarrollaré aquí.

Ahora bien, al indagar acerca de la significación y el alcance de la concepción revolucionaria de Kant respecto del conocimiento empírico y sus correspondientes objetos fenoménicos, aparece una obvia pregunta: si conocemos los objetos que resultan de la constitución de nuestras categorías, ¿cómo evitar que el conocimiento sea un mero juego de representaciones? Kant responde esta pregunta señalando la necesidad de postular la existencia de *algo* independiente de la estructura de conocimiento del sujeto. Por esta razón, no debe confundirse el rechazo del realismo metafísico por parte de Kant con el rechazo de la idea de que existe algo que no depende del conocimiento subjetivo. Así como rechaza el filósofo el realismo metafísico, rechaza también el idealismo subjetivo (*cfr.* Torretti 1980).

El conocimiento no es un juego de representaciones, tenemos experiencia y no sencillamente imaginación: como lo expresá Torretti, de acuerdo con Kant, los objetos fenoménicos no son meros fantasmas insustanciales. La percepción que tenemos de los objetos –percepción en que se manifiesta la presencia de dichos objetos– evidencia una existencia efectiva independiente de su manifestación, a la cual sustentan. Kant sostiene

que “el carácter puramente fenoménico de los objetos de la experiencia no excluye sino más bien implica una realidad trascendente que les sirve de base y que, aunque inconocible, no es por ello menos efectiva” (Torretti 1980, p. 506). Dejaré de lado aquí las discusiones que suscitaron las afirmaciones de Kant respecto de esta existencia efectiva no fenoménica que el filósofo denomina *cosa-en-sí*, *noumeno* u *objeto trascendental*. Torretti afirma que, de acuerdo con Kant, la cosa-en-sí, ese algo indeterminado e independiente del sujeto cognoscente, es necesaria; es fundamento de los fenómenos en la medida en que les sirve de base: nuestros sentidos son afectados por esa existencia incognoscible. La existencia indeterminada es fundamento de la sensación e incluso de los objetos empíricos, dado que estos no podrían darse sin ella.

Las *cosas-en-sí* anunciadas y presupuestas por los fenómenos son supuestas necesariamente por el entendimiento. De acuerdo con Kant, entonces, es un postulado que existe algo que no depende del sujeto cognoscente. Pero la cosa-en-sí no es cognoscible, no es objeto para nosotros y, por lo tanto, no es objeto de conocimiento. Kant advierte que no debe confundirse *el concepto indeterminado de algo en general*, que está fuera de nuestra sensibilidad, con un *concepto determinado de un ente*, cognoscible por nuestro entendimiento. No hay acceso a la cosa-en-sí, lo que impide que pueda ser caracterizada de manera alguna: es algo indeterminado.

Lombardi y Pérez Ransanz adhieren a la idea kantiana de que es necesario postular la cosa-en-sí. Esta necesidad es expresada por Kant de esta manera: “La razón de que no nos baste el sustrato de la sensibilidad y de que añadamos a los fenómenos unos noumenos que sólo el entendimiento puede pensar, se basa en lo siguiente. La sensibilidad y su campo –el de los fenómenos– se hallan, a su vez, limitados por el entendimiento, de forma que no se refieren a las cosas-en-sí mismas, sino sólo al modo según el cual, debido a nuestra constitución subjetiva, las cosas se nos manifiestan. Tal ha sido el resultado de toda la estética trascendental, resultado que se desprende del concepto de fenómeno en general, a saber, que tiene que corresponder al fenómeno algo que no sea en sí mismo fenómeno. La razón se halla en que este no puede ser nada por sí mismo, fuera de nuestro modo de representación. Consiguientemente, si no queremos permanecer en un círculo constante, la

palabra fenómeno hará referencia a algo cuya representación inmediata es sensible, pero que en sí mismo (...) tiene que ser algo, es decir, un objeto independiente de la sensibilidad" (KRV, A 521-252). Ahora bien, debe recordarse que la cosa-en-sí es algo indeterminado, no cabe adscribirle atributo alguno, no debe pensarse que Kant afirma la existencia de una realidad nouménica isomorfa al mundo de objetos empíricos. La "realidad" externa e independiente del sujeto cognoscente es postulada como condición de posibilidad por medio de un argumento trascendental. Sin embargo, esta realidad, de la que nada podemos afirmar porque excede los límites de nuestro conocimiento y lenguaje, es postulada como aquello de lo que proviene cierto material que en conjunción con nuestras imposiciones subjetivas, constituye los objetos de la experiencia. Ese "algo" independiente constriñe nuestros juicios empíricos y posibilita nuestro conocimiento.

Lombardi y Pérez Ransanz afirman que su realismo es de inspiración kantiana, argumentando que la posición de Kant es realista. ¿En qué sentido es realista la filosofía de Kant? El filósofo distingue entre dos nociones de objeto: "Los fenómenos son los únicos objetos que se nos pueden dar inmediatamente y lo que en ellos hace referencia inmediata al objeto se llama intuición. Pero tales fenómenos no son cosas-en-sí mismas, sino meras representaciones que, a su vez, poseen su propio objeto, un objeto que ya no puede ser intuido por nosotros y que, consiguientemente, puede llamarse no empírico, es decir, trascendental=X. El concepto puro de este objeto trascendental (que, de hecho, es idéntico en todos nuestros conocimientos, =X) es lo que pone en relación todos nuestros conceptos empíricos con un objeto, es decir, lo que les puede suministrar realidad objetiva" (KRV, A 108-109). Hay, entonces, dos sentidos del término "objeto" que no se solapan. De un lado, tenemos el objeto empírico o fenómeno, y de otro lado, tenemos el objeto trascendental. El objeto trascendental=X es un algo indeterminado, no es un fenómeno, sino que es condición de posibilidad de los fenómenos. En tanto tal, su existencia es un postulado necesario. De acuerdo con Lombardi y Pérez Ransanz, en esta noción de objeto se halla el peculiar realismo kantiano, y a estas palabras de Kant recurren para exponer en qué sentido consideran que Kant es realista.

Las autoras no están interesadas en realizar una exégesis de la filosofía kantiana ni en intervenir en el debate filosófico en torno a cómo debe ser interpretada la noción de *noumeno*. Su propósito es reconocer las raíces kantianas de su posición. Por esa razón, en la medida en que mi objetivo aquí consiste en exponer su realismo pluralista, no me detendré ni en un análisis de algún aspecto de la filosofía kantiana, ni en evaluar la inspiración kantiana del realismo pluralista. Lombardi y Pérez Ransanz se basan en la interpretación que de este aspecto de la filosofía kantiana hace Torretti (1980), quien considera que Kant se aleja tanto del idealismo como del realismo trascendental (identificable con el realismo metafísico que las autoras describen). De acuerdo con Torretti, Kant se aleja del idealismo porque el término “fenómeno” conlleva una referencia a algo distinto de lo que así denominamos y que interviene en la constitución del objeto del conocimiento. Como ya he señalado, los objetos de la experiencia, en su carácter de fenómenos, suponen una realidad trascendente efectiva, no son meros fantasmas. Pero esta realidad trascendente es incognoscible: en oposición al realismo metafísico, Kant insiste en la imposibilidad de conocer el noumeno.

V.2 La inspiración internalista

He señalado que Lombardi y Pérez Ransanz formulan un realismo de inspiración kantiana. Su realismo pluralista también se inspira en el realismo internalista de Hilary Putnam (1981), aunque se distancia, en algunos aspectos fundamentales, de la posición de este filósofo. El propio Putnam reconoce las raíces kantianas en la formulación de su realismo internalista. La denominación de realismo “internalista” proviene de la oposición al realismo externalista o metafísico, al que se refiere como la “perspectiva del Ojo de Dios”. Resulta interesante destacar aquí que el mismo Putnam, quien defiende en 1981 un realismo internalista, había abrazado en 1975 el realismo externalista, para cuya defensa había formulado la teoría causal de la referencia que expuse en el Capítulo I.

Expondré brevemente el realismo internalista de Putnam para señalar aquellos aspectos de esta posición que son retomados en la propuesta de Lombardi y Pérez Ransanz. Putnam, en su etapa internalista, se opone al externalismo, la posición que se ha

caracterizado como aquella según la cual los objetos existen con independencia del sujeto cognoscente y constituyen una totalidad determinada. Según esta posición –como ya se ha señalado– “el mundo consiste en alguna totalidad fijada de objetos independientes de la mente. Hay exactamente una descripción verdadera y completa de ‘el modo como el mundo es’”. (Putnam 1981, p. 49). Afirma Putnam que, de acuerdo con el realismo externalista, la verdad es entendida como correspondencia entre lenguaje y realidad, como correspondencia entre los enunciados y los hechos.

He señalado suficientemente en el primer capítulo del presente trabajo la relación que existe entre la defensa de un realismo de este tipo y una particular concepción de la referencia de los signos lingüísticos. En su etapa externalista, Putnam había formulado la teoría causal de la referencia para dar sustento al realismo científico externalista al que entonces adhería. La referencia comprendida según las teorías causalistas es una relación entre términos y objetos que no depende del sujeto, no depende de lo que los sujetos conocen acerca del mundo. El externalismo supone que hay un punto de vista absoluto, no relativo a una perspectiva determinada: la perspectiva que Putnam denomina perspectiva del “Ojo de Dios”; y este punto de vista es el responsable, en última instancia, de determinar la correcta referencia de los signos lingüísticos y, con ello, el valor de verdad de los enunciados.

Las razones por las que Putnam rechaza el realismo externalista son las mismas por las que Kant había rechazado el realismo trascendental. Kant cuestionaba que esta posición interpretara los fenómenos externos como cosas-en-sí mismas, con una existencia independiente de nuestra sensibilidad. Putnam rechaza la idea externalista que concibe la realidad como una totalidad de objetos que existen con independencia de nuestro conocimiento, de nuestra mente, lenguaje, representaciones o esquemas conceptuales. El rechazo de Putnam se funda sobre su concepción de los objetos, de acuerdo con la cual estos no existen independientemente de nuestros esquemas conceptuales. De acuerdo con este filósofo, nuestro conocimiento es responsable de la distinción entre objetos en el mundo al introducir esquemas descriptivos. Los objetos del mundo como tal, los objetos en sí mismos, no se nos aparecen; sólo por medio de un determinado sistema de conceptos nos

enfrentamos al mundo y lo categorizamos. De acuerdo con Putnam, de la *síntesis* entre el mundo y nuestro esquema categorial resultan los objetos en tanto objetos. Afirma Putnam: “¿de qué objetos consta el mundo? es una pregunta que sólo tiene sentido formular dentro de una teoría o descripción.” (Putnam 1981, p. 49, *itálica en el original*). Esto es así porque “no hay punto de vista del Ojo de Dios que podamos conocer o imaginar útilmente; existen sólo los varios puntos de vista de las personas reales que reflejan diversos intereses y propósitos a los que sus descripciones y teorías sirven.” (Putnam 1981, p. 50).

Sostienen Lombardi y Pérez Ransanz que las afirmaciones de Putnam han generado ciertas confusiones, que dependen de no haber comprendido que las nociones de “objeto empírico” y “existencia” son utilizadas por Putnam en un sentido kantiano. La existencia de los objetos empíricos es una existencia condicionada. Y este tipo de existencia es el único involucrado en nuestro conocimiento empírico, cotidiano o científico. Desde la perspectiva internalista, los objetos dependen de los esquemas conceptuales, pero esta dependencia debe ser comprendida en sentido fuerte, es decir, la misma *existencia* de los objetos es dependiente de dichos esquemas.

Es importante destacar que los esquemas conceptuales no son meros intermediarios entre sujetos y objetos preexistentes, sino que son indispensables para que *haya* objetos empíricos: intervienen en la constitución misma de dichos objetos. Hay, entonces, un proceso de constitución conceptual que opera en la misma percepción sensorial; los objetos empíricos son el resultado de tal proceso. Putnam afirma: “los ‘objetos’ mismos son tanto algo que se hace como algo que se descubre, tanto productos de nuestra invención conceptual como del factor ‘objetivo’ en la experiencia, el factor independiente de nuestra voluntad” (Putnam 1981, p. 54). El factor independiente al que se refiere Putnam en esta cita –que denomina “insumos”– está en la experiencia misma. El mismo Putnam reconoce que estos insumos están *hasta cierto punto* moldeados por nuestros conceptos, pero les adjudica la característica de ser una suerte de “materia prima” de la experiencia, a partir de la cual se conforman los objetos. En la interacción de nuestro conocimiento con el mundo, al “recortar” el mundo en objetos, nuestro conocimiento interactúa con algo que constriñe y a la vez posibilita las teorías o descripciones de mundo que construimos. El hecho de que

Putnam considere que su posición es una posición realista se debe al reconocimiento de ese factor independiente de nuestra voluntad. Se evidencian las raíces kantianas de la propuesta realista internalista: el noumeno cumple un papel fundamental en la constitución de objetos, el noumeno es ese factor que no depende de nosotros, pero que es necesario en tanto posibilita y constriñe nuestra constitución de objetos. Sin embargo, como se ha señalado respecto de la propuesta kantiana, no debe pensarse tampoco que de acuerdo con la propuesta de Putnam hay un isomorfismo entre noumeno y objeto. Esto lo afirma explícitamente Putnam, quien sostiene que no debe pensarse que a cada objeto empírico corresponde un noumeno (*cf.* 1981, p. 63).

La postura de Putnam, inspirada en la filosofía kantiana, se aleja de esta filosofía en un aspecto fundamental. Las categorías, en la filosofía kantiana, son absolutas; son las estructuras del sujeto trascendental único, de modo que no cabe la posibilidad de pensar que las categorías mismas se modifiquen o cambien con el tiempo. Como afirma Torretti, aun cuando Kant “compara atinadamente al científico con un juez instructor que dirige sus preguntas a la naturaleza y fija los términos en que tiene que venir concebida la respuesta, no se pone en el caso de que, frustrado porque las respuestas se contradicen, las indagaciones se complican y atascan, y en general no parecen estar llegando a nada, el juez instructor repiense sus preguntas, modifique las categorías en que deben encuadrarse las respuestas e incluso cambie las metas de la investigación o los criterios para evaluar sus resultados” (Torretti 2005). Putnam agrega a la noción kantiana de objeto una visión historicista por medio de su tesis de la *relatividad conceptual*. De acuerdo con esta tesis, ningún concepto posee una única interpretación. He señalado que la identificación de objetos, que involucra la atribución de existencia, es en parte producto de nuestros sistemas de conceptos. No hay, de acuerdo con el internalismo de Putnam, un concepto privilegiado de objeto o de existencia que sea correcto desde un punto de vista metafísico; existen, por el contrario, esquemas conceptuales alternativos, no convergentes ni reducibles a un esquema único. El fenómeno de la relatividad conceptual se debe a que las nociones de objeto y existencia, así como los mismos primitivos lógicos, presentan múltiples usos y no tienen un significado absoluto.

Se advierte que la tesis de la relatividad conceptual conlleva un *pluralismo ontológico*. Es posible disponer de concepciones de mundo con ontologías distintas, las que pueden ser incluso incompatibles, que resulten adecuadas en determinados contextos, de acuerdo con ciertos intereses y objetivos. Por esta razón, la pregunta acerca de qué es lo que hay en el mundo, como se ha señalado, requiere de la especificación del marco conceptual en que se formula la pregunta y se pretende responderla. Una vez adoptado un marco conceptual, tiene sentido preguntarse qué hechos y objetos existen y pueden ser descubiertos. Las preguntas ontológicas, entonces, no son absolutas sino relativas al conocimiento. La crítica fundamental al realismo externalista se dirige contra su compromiso con categorías y clases ontológicas absolutas. Rechazado el punto de vista del "Ojo de Dios", no cabe la pregunta por qué cosas existen de un modo absoluto, ni la búsqueda de una única y completa descripción verdadera del mundo.

Se evidencia, entonces, el modo kantiano de abordar la cuestión de la existencia de los objetos de conocimiento, y de la naturaleza de dichos objetos. Los objetos no son independientes del conocimiento, pero no constituyen tampoco invenciones libres de la mente. Hay algo independiente que impone restricciones a la constitución de objetos (por otra parte, tampoco puede pensarse que ese *algo* independiente tiene una estructura, ciertas propiedades o relaciones esenciales que deben ser descubiertas). Los objetos no son ni invenciones ni cosas dadas por sí mismas, son productos de la mente y del mundo, conjuntamente.

Putnam defiende la idea de que existen sistemas categoriales alternativos. Si bien Kant no había advertido esta posibilidad al concebir la unicidad del esquema de categorías, las intuiciones básicas kantianas están presentes en el internalismo de Putnam. Esto es así dado que, de acuerdo con el internalismo, las cosas para nosotros no son las cosas-en-sí mismas, y detrás de los objetos de nuestro conocimiento no hay objetos en sí mismos con una existencia absoluta. Los objetos que surgen de la síntesis entre una materia prima o *insumos*, independiente de nosotros, y nuestros esquemas conceptuales, son los únicos que realmente existen: existen en tanto objetos, no son meras ilusiones o apariencias. En esta posición se encuentra un compromiso realista, de acuerdo con el cual no existe sólo lo

mental, de lo que las cosas externas serían meras creaciones libres o ilusiones. Este compromiso realista no debe confundirse con la idea de que existiría un modo único de referirse a objetos o hechos empíricos, independiente de nuestros sistemas de categorías. No hay, de acuerdo con el internalismo, tal acceso privilegiado, porque no hay tal mundo de objetos estructurado y definido en sí mismo; no es posible desligar de los objetos nuestra mediación en tanto que agentes constitutivos de los objetos, sencillamente porque sin ella, no habría objetos.

Lombardi y Pérez Ransanz se alejan de la formulación de Putnam, en primer lugar, porque sostienen que Putnam no logra, en su propuesta, una adecuada elucidación de la noción de *esquema conceptual*. También se distancian de su realismo internalista al adoptar una noción de *verdad como adecuación*, que las autoras consideran más acorde a un realismo genuino. Ambas diferencias serán tratadas en detalle más adelante en el presente capítulo.

V.3 Multiplicidad ontológica e inconmensurabilidad

La tesis de la inconmensurabilidad presenta un núcleo duro que es esencial al realismo pluralista de Lombardi y Pérez Ransanz. En el primer capítulo de este trabajo he caracterizado la tesis de la inconmensurabilidad. Sin embargo, algunos aspectos más de dicha tesis serán desarrollados aquí en la medida en que interesa su vinculación con el pluralismo ontológico y en la medida en que son los aspectos destacados como fundamentales por esta posición.

Hasta ahora me he referido a la inconmensurabilidad entre teorías científicas. Pero cabe aclarar que la primera formulación de Kuhn (1962) de dicha tesis expresa una relación no entre teorías científicas, sino entre paradigmas. La noción de paradigma va ligada a la idea de tradición de investigación científica. Los paradigmas distintos, rivales, sucesivos se encuentran, de acuerdo con la caracterización de Kuhn, separados, temporal y conceptualmente, por revoluciones científicas. Los paradigmas definidos por Kuhn constituyen constelaciones de compromisos compartidos. Estos compromisos abarcan compromisos teóricos, creencias, prácticas, valores, intereses, etc. Los paradigmas se

expresan en sistemas de conceptos, leyes teóricas, compromisos de existencia y en la misma percepción de la realidad. También involucran aspectos metodológicos como modos de concebir los criterios de evaluación y relevancia, las técnicas experimentales, estrategias de procedimiento, etc.

La tesis de la inconmensurabilidad surge en la medida en que se advierten los cambios de significado en los términos fundamentales de paradigmas que se suceden en el tiempo. El modelo de cambio teórico sobre el que se funda la tesis de la inconmensurabilidad es el que he cuestionado en el segundo capítulo de este trabajo. Las implicaciones filosóficas de la tesis de la inconmensurabilidad son harto conocidas y variadas: presenta implicaciones metodológicas, en la medida en que afecta el modo de comprender la cuestión de la elección de teorías, su evaluación y comparación, de manera que pone en cuestión la noción de racionalidad científica que imperaba en la filosofía general de la ciencia hasta la publicación de *La Estructura de las Revoluciones Científicas* en 1962. La tesis también presentaba, en su primera formulación, implicaciones semánticas y ontológicas, estrechamente vinculadas entre sí. A esta vinculación me he referido en el primer capítulo de este trabajo. La idea de que los términos adquieren su significado según el contexto teórico al que pertenecen, de modo que un cambio de contexto implica un cambio en el significado, lo que conlleva, a su vez, un cambio de la ontología referida en cada caso, ya ha sido expuesta también anteriormente. Y me he referido, asimismo, a las implicaciones que esta idea presenta al pensar el problema filosófico del realismo científico.

La idea fundamental en relación con el realismo científico es que paradigmas distintos refieren a ontologías distintas, y no sólo distintas, sino genuinamente inconmensurables, lo que impide asumir el compromiso realista de acuerdo con el cual las sucesivas construcciones teóricas versan sobre una y la misma realidad extralingüística.

Se ha cuestionado fuertemente la escasa precisión de la noción de paradigma, lo que ha conllevado un cuestionamiento de la noción de inconmensurabilidad, dado que no parece sencillo comprender la relación que puede establecerse entre entidades que no pueden definirse de modo unívoco y que incluyen aspectos cognitivos, teóricos,

perceptuales, metodológicos y lingüísticos. Esta dificultad, que ha dado origen a diversas críticas a la noción de inconmensurabilidad, ha llevado a Kuhn a modificar o precisar su tesis de la inconmensurabilidad en los años posteriores a 1962. En particular, Kuhn modifica la noción de inconmensurabilidad en los años 70'. La relación de inconmensurabilidad deja de adscribirse a los paradigmas, para convertirse ahora en una relación entre los léxicos o vocabularios de las teorías científicas. De este modo, el alcance de la tesis de la inconmensurabilidad se restringe al nivel semántico, definiéndose como una relación que se da entre dos lenguajes que no son completamente traducibles entre sí ni reducibles o traducibles a un tercer lenguaje único. Esta relación se da, entonces, cuando dadas dos teorías, ellas contienen términos básicos que no son interdefinibles; al darse esta situación, ciertas afirmaciones en una teoría no podrían formularse en el léxico de la otra teoría.

Precisar la tesis de la inconmensurabilidad, reduciendo su ámbito de aplicación a la relación entre términos de teorías cuyos referentes no se solapan, parece desembarazarse a Kuhn de las consecuencias ontológicas que la tesis implicaba en su primera formulación. El plano ontológico, así como el plano de la percepción, no son ya abordados al haber quedado la tesis ceñida exclusivamente al nivel semántico (*cfr.* Pérez Ransanz 1999). Considero más interesante la tesis de la inconmensurabilidad en su primera formulación, precisamente por las implicaciones ontológicas que presentaba. Por otra parte, tampoco queda claro que haberla ceñido al nivel semántico permita desembarazarse las consecuencias ontológicas. A los fines de la presente investigación, interesan particularmente las implicaciones ontológicas de este tipo de propuestas filosóficas. En la medida en que en esto radica mi interés y, constituye, al propio tiempo, el interés de Lombardi y Pérez Ransanz para elaborar su pluralismo ontológico, me dedicaré en lo que sigue a las consecuencias ontológicas de la tesis de la inconmensurabilidad y sus implicaciones para el realismo.

He señalado que el cambio de paradigma conlleva un cambio ontológico. Kuhn ha sido criticado por incurrir en ciertas contradicciones en 1962, dado que afirmaba que el cambio de paradigma produce que los científicos trabajen en *un mundo distinto* luego de

haberse dado tal cambio, que con el cambio de paradigma se produce un *cambio de mundo*. Pero en el mismo texto afirmaba que, luego de una revolución científica, los científicos siguen mirando *el mismo mundo*. Lombardi y Pérez Ransanz responden a las acusaciones de inconsistencia dirigidas contra Kuhn, sosteniendo que sus afirmaciones son perfectamente consistentes si su propuesta es comprendida desde una perspectiva realista kantiana en dirección a un pluralismo ontológico. Esto es, puede hablarse legítimamente de la existencia, a la vez, de distintos mundos y de un único mundo, si la expresión “mundo” es considerada con dos distintas acepciones. Cuando Kuhn sostiene que luego de una revolución científica los científicos miran el mismo mundo, aquí “mundo” debe interpretarse, según las autoras, como la realidad independiente, nouménica, inmune a los cambios paradigmáticos; pero cuando Kuhn sostiene que con el cambio de paradigma, cambia el mundo, que los científicos luego de una revolución trabajan en mundos distintos, aquí la expresión “mundo” debe comprenderse como la ontología constituida por el esquema conceptual de cada paradigma. Debe tenerse en cuenta, además, que no hay acceso al “mundo” en la primera de sus significaciones, sino que todo acceso al mundo es un acceso a la ontología resultante de la síntesis entre realidad independiente y esquema conceptual.

Kuhn introdujo en los años 80' una nueva modificación en su tesis de la inconmensurabilidad, restringiendo aun más el dominio de aplicación de dicha tesis. En este contexto redefine las revoluciones científicas como cambios taxonómicos. Las categorías taxonómicas son necesarias para la formulación de descripciones y generalizaciones científicas. Una revolución científica tiene lugar cuando algunas de estas categorías cambian. Sobre la base de esta reformulación, Hacking (1983) propone una lectura nominalista de la tesis de la inconmensurabilidad, que se encuentra en total sintonía con su interpretación nominalista de las tesis internalistas de Putnam. Hacking considera que el realismo internalista de Putnam es un “nominalismo trascendental” (Hacking 1983) porque, de acuerdo con su interpretación, el internalismo se compromete con la idea de que la realidad consta de entidades individuales, independientes de la mente del sujeto cognoscente. La función del esquema conceptual, según esta interpretación, es la de “recortar” las clases de cosas, es decir, la de agrupar de cierto modo —en determinadas

clases— las entidades individuales fundamentales. De acuerdo con esta interpretación, las descripciones alternativas del mundo que ofrecen los marcos conceptuales alternativos se diferencian entre sí porque agrupan los ítems individuales preexistentes de modos diversos. De un modo análogo, la interpretación nominalista que Hacking ofrece de la tesis de la inconmensurabilidad es presentada como la idea de que el mundo que no cambia es un mundo de individuos, de entidades particulares o individuales. Las categorías léxicas, en la medida en que definen clases de individuos, agrupan de determinado modo aquellos particulares. El cambio de categoría léxica produce un cambio de este mundo de clases. De modo que la afirmación de que hay muchos mundos es interpretada en el sentido de que hay diversos modos de agrupar los individuales existentes, habiendo, sin embargo, un único mundo en el sentido del mundo compuesto por los particulares fundamentales.

Lombardi y Pérez Ransanz no pretenden realizar una exégesis del pensamiento kuhniano, ni analizar las diversas interpretaciones que se han dado de la tesis de la inconmensurabilidad. No es su intención intervenir en este debate. Su propósito consiste en formular o recoger una determinada interpretación de la tesis de la inconmensurabilidad que dé sustento al pluralismo ontológico que propugnan.

La interpretación nominalista de Hacking, de acuerdo con las autoras, despoja al internalismo de sus raíces kantianas. En el mismo sentido, si la noción de inconmensurabilidad, y la idea de *cambio de mundos* que conlleva la inconmensurabilidad, se comprenden de acuerdo con el nominalismo, se adhiere a un realismo metafísico externalista en la medida en que hay un compromiso con la existencia de entidades individuales que subsisten como tales, en sí mismas, esto es, un compromiso con entidades auto-identificantes independientes de todo esquema conceptual. La inconmensurabilidad que adopta el realismo pluralista no es interpretada como imposibilidad de traducir términos de clase, consecuencia de haber agrupado los individuos auto-identificantes de modos diversos. Por el contrario, debe ser comprendida en términos de diferencia entre ontologías constituidas por esquemas conceptuales diversos. Es necesario destacar que, de acuerdo con Lombardi y Pérez Ransanz, la diferencia entre ontologías no sólo se presenta en el nivel de las propiedades y relaciones, donde se conforman las clases de individuos,

sino que concierne a la existencia misma de entidades individuales y, por tanto, a las propias categorías ontológicas que estructuran los diversos mundos. Desde esta perspectiva, la idea de inconmensurabilidad es consistente con un pluralismo ontológico que renuncia a la idea de que existen entidades auto-identificantes, de entidades últimas y fundamentales en una realidad independiente de los sujetos en tanto que sujetos cognoscentes y de sus esquemas conceptuales.

V.4 Diferencia entre esquema conceptual y teoría

De acuerdo con Lombardi y Pérez Ransanz, si bien Putnam insiste en la filiación kantiana de su propuesta, no brinda una caracterización adecuada de su noción de esquema conceptual, y suele referirse al papel constitutivo de los *conceptos*. Kuhn, por su parte, se refiere a las categorías taxonómicas como condiciones de posibilidad de toda experiencia posible (Kuhn 1990), resaltando la raíz kantiana de su propuesta, pero también las caracteriza como aquello que introduce las clasificaciones que, al variar entre paradigmas, impiden la completa traducibilidad. La asimilación entre categorías y conceptos de clase o *taxas* permite a Hacking interpretar tanto a Kuhn como a Putnam en clave nominalista. Como he señalado, según esta interpretación, los esquemas conceptuales introducen diferentes clasificaciones o taxonomías sobre una realidad independiente, compuesta de individuos.

Pero, como señalan Lombardi y Pérez Ransanz, no es este el modo en que debe comprenderse la noción de *categoría*. La asimilación entre la noción de categoría y la noción de clase se debe a una confusión. Esto sostiene Lucía Lewowicz (2005), afirmando que la noción de categoría tiene un sentido preciso en la tradición filosófica que ha sido olvidado. Lombardi y Pérez Ransanz retoman esta distinción reivindicando el sentido tradicional del término “categoría” en filosofía. Las categorías, tanto según la filosofía de Aristóteles como de acuerdo con la filosofía kantiana, no son conceptos de clase o *taxas*. De manera que su función no es agrupar de un modo determinado individuos previamente identificados. Las categorías son los elementos que estructuran la ontología y el lenguaje y, como tales, son lógicamente previos a cualquier ordenamiento o clasificación. Son las

categorías las que permiten identificar los ítems que habitan el mundo y, en tanto que tales, son condición de posibilidad de toda clasificación. Esta es la noción que Lombardi y Pérez Ransanz identifican como la noción filosófica tradicional de categoría, siguiendo a Lewowicz, y constituye la noción que su pluralismo ontológico recupera explícitamente. El *esquema conceptual* cumple la función de identificar los ítems de la ontología, dado que introduce las *categorías ontológicas* a las cuales tales ítems pertenecen.

Es claro que, según este modo de comprender las categorías, ni la noción de esquema conceptual ni la noción de inconmensurabilidad pueden ser interpretadas de acuerdo con el nominalismo. Una concepción nominalista se compromete con la existencia de particulares, respecto de los cuales adopta un compromiso realista externalista. La posición de Lombardi y Pérez Ransanz rechaza el realismo externalista o metafísico, afirmando que no hay entidades auto-identificantes, sino que las entidades existentes resultan de la categorización operada por los esquemas conceptuales: “Por ejemplo el esquema conceptual nos dirá si existe la categoría ontológica de individuo, o si en la ontología sólo hay propiedades y relaciones; nos dirá también si hay propiedades y relaciones de orden superior aplicables a las de orden inferior; nos dirá, por ejemplo, si lo posible posee un estatus ontológico independiente de lo real, o si es siempre reducible a lo real; nos dirá si existe la categoría ontológica de evento, y si dos ítems pertenecientes a tal categoría deben estar ligados por un vínculo causal; nos dirá, por ejemplo, si siempre es posible predicar o bien unidad o bien pluralidad de un cierto ítem.” (Lombardi y Pérez Ransanz 2012, Capítulo IV). Esto es lo que entienden Lombardi y Pérez Ransanz por *categorías ontológicas*, noción que no debe confundirse con la de *concepto de clase* o *concepto clasificatorio*.

Resulta claro, entonces, que la ontología es constituida por las categorías; la *estructura básica* de una ontología está dada por las categorías. Las categorías, por su parte, se sistematizan conformando diversos esquemas conceptuales. Pero los esquemas conceptuales abarcan más que las categorías que contienen: son sistemas de categorías y conceptos. Los esquemas conceptuales, así comprendidos, son los responsables de determinar qué es lo real. Asimismo, es el esquema conceptual el que establece qué

propiedades son esenciales a los ítems extralingüísticos que las categorías permiten identificar.

¿Qué significa, de acuerdo con Lombardi y Pérez Ransanz, que el esquema conceptual categoriza lo real? Esta tesis debe comprenderse en el siguiente sentido: el esquema conceptual es el responsable de introducir las categorías ontológicas que determinan la estructura más básica de la ontología. De este modo, el esquema conceptual establece una primera identificación de los ítems básicos por su pertenencia a cierta o ciertas categorías. El esquema conceptual puede, además, identificar ciertos ítems básicos en términos de propiedades o relaciones que les son esenciales o definitorias. El resto es tarea de cada teoría, que nos dirá, por ejemplo, qué tipo de propiedades y relaciones no definitorias se aplican, de hecho, a los ítems previamente identificados por el esquema conceptual a través de sus categorías y conceptos.

Si se acepta la idea de que el esquema conceptual constituye la ontología, la inconmensurabilidad implica entonces una profunda ruptura ontológica. Esto es así porque, en el caso de la coexistencia de esquemas conceptuales distintos, sus correspondientes ontologías resultan inconmensurables en un sentido fuerte: no estamos frente a distintos mundos de clases, sino frente a ontologías diversas. Esto es, podemos estar frente a ontologías cuyos ítems ontológicos básicos sean radicalmente diferentes por no compartir siquiera una estructura básica. El pluralismo ontológico, entonces, asume como parte constitutiva de su propuesta la tesis fuerte de la inconmensurabilidad ontológica. Esto es así porque el pluralismo ontológico rechaza por completo la existencia de una realidad única, definida y definitiva, estructurada en sí misma como fondo de convergencia de las múltiples ontologías diversas.

Recordemos que un esquema conceptual es un sistema de categorías y conceptos de clase que, en conjunción con la realidad independiente, constituye una ontología. La relación entre esquema conceptual y realidad independiente es una síntesis, que las autoras comprenden en analogía con las reacciones químicas, donde dos sustancias se combinan para sintetizar una sustancia nueva. Cuando esquema conceptual y realidad independiente

confluyen en la síntesis, surge algo nuevo, la ontología constituida, y una vez acontecida la síntesis, ya no es posible separar los componentes originales.

El esquema conceptual cumple la función de las categorías kantianas, es condición de posibilidad del conocimiento y, por lo tanto, no es una entidad psicológica o lingüística. Un esquema conceptual se expresa por medio de un lenguaje, pero no se identifica con él: “En efecto, las categorías que incluye un esquema conceptual –por ejemplo, las categorías de objeto, propiedad, relación, hecho, causalidad, cantidad, etc.– no se expresan mediante términos del lenguaje, sino que se manifiestan en su propia estructura –por ejemplo, un lenguaje que posea nombres, predicados monádicos, predicados de relación, enunciados atómicos, conectivos de causa, número gramatical para los nombres, etc. Por otra parte, si bien puede admitirse que los predicados o términos generales que contiene un lenguaje expresan conceptos, nada hay en el lenguaje en sí mismo que fije cuáles de tales conceptos identifican y definen los ítems de la ontología: esto último viene dado por el esquema conceptual.” (Lombardi y Pérez Ransanz 2012, Capítulo IV).

El esquema conceptual configura la ontología a la cual el lenguaje refiere. Desde la perspectiva que ofrece el pluralismo ontológico, los esquemas conceptuales no se encuentran restringidos al ámbito de lo lingüístico; su identificación requiere consideraciones ontológicas y un análisis filosófico que va más allá del marco que brinda la filosofía analítica tradicional.

Afirman Lombardi y Pérez Ransanz que no todos los elementos de un esquema conceptual se encuentran en un mismo nivel; por ejemplo, las categorías y algunos conceptos de clase se encuentran en el nivel más básico. Sostienen también que es posible que dos esquemas conceptuales compartan parte de sus elementos. De hecho, esta situación es habitual en el devenir de la ciencia; no suelen hallarse ejemplos históricos de esquemas conceptuales sucesivos que difieran radicalmente en todos sus conceptos y categorías. Pero las autoras sostienen que, si bien dos esquemas conceptuales pueden tener un ámbito compartido, esta situación no cancela la ruptura ontológica que introduce aquello respecto de lo cual tales esquemas son diferentes. Los esquemas conceptuales suelen compartir elementos categoriales, y estos elementos suelen presentar mayor estabilidad, es decir,

suelen permanecer durante períodos más largos a través del desarrollo de la ciencia. El ejemplo que dan las autoras es el de la categoría de objeto individual, una de las más arraigadas y extendidas a través de los diversos esquemas conceptuales y, por tanto, más persistente a lo largo de la historia del pensamiento; no obstante, la categoría de objeto individual ha entrado en crisis en recientes propuestas de la física, en particular, en la mecánica cuántica.

He señalado que la raíz kantiana de esta posición se manifiesta al concebir el papel activo del sujeto en el conocimiento, y la consideración de la ontología como síntesis entre esquema conceptual y realidad independiente. Ahora bien, el modo en que en el pluralismo ontológico se conciben los esquemas conceptuales, insistiendo en su carácter trascendental en tanto condición de posibilidad de cualquier conocimiento, convierte la propuesta pluralista en una propuesta más específica y coherente con la herencia kantiana que la propuesta de Putnam. En efecto, a diferencia de la propuesta de Putnam, de acuerdo con el pluralismo ontológico de raigambre kantiana desarrollado por Lombardi y Pérez Ransanz, la noción de esquema conceptual no se asimila al concepto de teoría, no se confunde con él: el esquema conceptual es lógicamente previo a la teoría. Toda teoría presupone un esquema conceptual. Por lo tanto, es posible que se formulen diferentes teorías, teorías incluso incompatibles o contradictorias, dentro del marco de un mismo esquema conceptual

Un lenguaje, por ejemplo, es caracterizado sintácticamente por sus términos lógicos, sus términos designativos (nombres, predicados de diferente aridad y orden, etc.) y sus reglas de formación; con esos elementos pueden formarse los infinitos enunciados formulables en dicho lenguaje. No obstante, nada se ha dicho aún acerca del valor de verdad de tales enunciados. Esto sigue siendo válido en el caso de un lenguaje interpretado, sea natural o científico, donde la función de interpretación establece una relación entre los términos del lenguaje caracterizado sintácticamente y los ítems de un determinado dominio ontológico (universo de discurso). Mediante esta función de interpretación, los enunciados adquieren un contenido semántico, no obstante, el lenguaje interpretado incluye tanto los enunciados afirmados como sus negaciones. Una teoría, en cambio, si bien se expresa mediante un cierto lenguaje, "elige" cuáles de tales enunciados deben considerarse

verdaderos. Desde el tradicional enfoque sintáctico de las teorías científicas, entonces, una teoría es un subconjunto no contradictorio del conjunto de los enunciados formulables en el lenguaje, cuya verdad expresaría la ocurrencia de ciertos hechos y no de otros en el plano ontológico. Por lo tanto, en un mismo lenguaje pueden formularse diferentes teorías: el lenguaje es lógicamente previo a la teoría, aunque pueda no serlo genéticamente.

Ahora bien, si el esquema conceptual es el sistema de categorías y conceptos de clase que introduce no sólo la estructura ontológica y la taxonomía de un dominio, sino también el recorte de las entidades individuales que pueblan esa ontología, entonces son los lenguajes y no las teorías los que expresan los esquemas conceptuales: diferentes teorías incluso incompatibles, pueden formularse desde un mismo esquema conceptual y, por tanto, referirse a una misma ontología. Esto es, el esquema conceptual recorta las entidades individuales, las propiedades y relaciones que pueblan el mundo relativo a dicho lenguaje. Pero nada nos dice aún acerca de los hechos de ese mundo; esto último es, precisamente, la tarea de cada teoría. También desde el enfoque semántico puede establecerse una nítida distinción entre esquema conceptual y teoría. La definición de los dominios básicos es lo que juega el papel de esquema conceptual en la medida en que especifica la ontología a la cual la teoría refiere. Por su parte, una teoría queda identificada no sólo por la estructura definida por tales dominios básicos, sino también por la o las leyes que seleccionan los modelos de la teoría entre tales estructuras.

En definitiva, el realismo pluralista de Lombardi y Pérez Ransanz introduce una clara diferencia entre esquema conceptual y teoría, y será esta distinción lo que permitirá a las autoras recuperar la idea de verdad como adecuación para las ciencias.

V.5 Verdad como adecuación

Según el pluralismo ontológico, debe comprenderse que la verdad trasciende lo meramente lingüístico para alcanzar lo que existe más allá de los límites del lenguaje. Se podría cuestionar el pluralismo –afirman Lombardi y Pérez Ransanz– señalando que, si la ontología misma está constituida por el esquema conceptual de la teoría, dicha ontología hace necesariamente verdadera a la teoría, es decir, la teoría se auto-valida. Ellas responden

a esta crítica afirmando, en primer lugar, que no es necesario postular una noción de verdad ideal que atravesase los diferentes esquemas conceptuales particulares, ni adoptar una noción de verdad estable según la cual el valor de verdad de un enunciado no cambie al cambiar el esquema conceptual. La objeción puede enfrentarse sin inconvenientes si se tiene clara la distinción entre la constitución de la ontología por parte de un esquema conceptual y la atribución de valor de verdad a los enunciados de una teoría que presupone dicho esquema conceptual y, por tanto, dicha ontología. Pero esto, a su vez, requiere tener clara la distinción entre los conceptos de “esquema conceptual” y de “teoría”, un aspecto que no quedaba claro en absoluto en los trabajos de Putnam y que fue abordado en la sección anterior.

Por lo tanto, el realismo pluralista aquí propuesto no se compromete con una concepción de la verdad como coherencia o aceptabilidad de nuestras creencias, que constituye el modo en que Putnam concibe la verdad. De acuerdo con Putnam, “Muchos filósofos ‘internalistas’, aunque no todos, sostienen que hay más de una teoría o descripción ‘verdadera’ del mundo. La ‘verdad’, en una visión internalista, es algún tipo de aceptabilidad racional (idealizada) –algún tipo de coherencia ideal de nuestras creencias entre sí y con nuestras experiencias, *en tanto esas experiencias son ellas mismas representadas en nuestro sistema de creencias*– y no correspondencia con ‘estados de cosas’ independientes de la mente o independientes del discurso.” (Putnam 1981, p. 50, *itálica en el original*).

El realismo ontológicamente pluralista aquí expuesto incorpora, por el contrario, una de las intuiciones consideradas irrenunciables por el realismo: la idea de la verdad como adecuación entre lenguaje y mundo. Esta adecuación es una relación que se establece entre lenguaje y mundo, considerando el mundo no sólo en sus aspectos observables, sino también en sus aspectos inobservables. Sin embargo, en este contexto la adecuación es entendida como una relación entre teoría y *una ontología categorial y conceptualmente constituida* sobre la realidad independiente.

Como he señalado en la sección anterior, la noción de esquema conceptual no se asimila al concepto de teoría: aquel es lógicamente previo a esta. He señalado que pueden

formularse distintas teorías incluso incompatibles o contradictorias, en el marco de un mismo esquema conceptual. Ahora bien, la atribución de verdad o falsedad a cada una de las teorías puede establecerse en términos de adecuación de sus enunciados con la ontología previamente constituida por el esquema conceptual. El pluralismo recoge, así, uno de los elementos fundamentales de toda posición realista, según la cual la ontología es la principal responsable del valor de verdad de nuestros enunciados: ciertas teorías pueden rechazarse por motivos empíricos, incluso la plausibilidad misma de una teoría depende del campo ontológico que pretende describir.

En definitiva, la verdad o falsedad de los enunciados se establece en términos de su adecuación con los hechos de la ontología previamente constituida. Sin embargo, es necesario recordar que la ontología no depende exclusivamente del esquema conceptual, sino que surge de la confluencia entre esquema conceptual y realidad independiente. Por lo tanto, al aceptar que la ontología es el elemento responsable del valor de verdad de los enunciados, se otorga un papel fundamental a la realidad independiente en la medida en que interviene en la constitución de la ontología de manera ineludible. De este modo, se recupera la tesis básica del realismo semántico, esto es, la idea de que los enunciados de las teorías tienen valor de verdad, si bien respecto de un esquema conceptual. Esta tesis del realismo semántico se combina con una tesis realista en un sentido ontológico: debe tenerse en cuenta que en la determinación de tales valores de verdad, la realidad independiente juega un papel esencial por medio de la ontología *constituida*. Papel que se evidencia en la práctica científica de contrastación empírica.

En efecto, en la medida en la cual se afirma que la realidad independiente, aunque indeterminada, interviene en la constitución de la ontología, la noción de “realidad independiente” no resulta una noción prescindible, sino que juega un papel central en las pretensiones de verdad acerca de los juicios empíricos. El carácter imprescindible de la realidad independiente debe comprenderse como consecuencia de un argumento trascendental: la realidad independiente es la condición de posibilidad que da sentido a nuestras pretensiones de verdad. Pero el modo en que la realidad independiente hace

posible y constriñe la evaluación de las teorías, es a través de las prácticas científicas de observación y experimentación.

Hacking reconoció, en los años '80, el papel fundamental de la experimentación en la investigación científica y en las creencias acerca de la existencia de las entidades postuladas por las teorías. Según este autor, el debate entre realismo y antirrealismo al que me he referido en el Capítulo I se ha desencaminado, porque las posiciones tradicionales involucradas en el debate se han basado en consideraciones gnoseológicas, metodológicas y semánticas, en lugar de consultar a la ciencia misma al respecto. Se advierte, según Hacking, que la ciencia no opera sólo en el plano representacional, sino que “nosotros representamos e intervenimos. Representamos para intervenir, e intervenimos a la luz de la representación. Mucho del debate actual acerca del realismo científico es expresado en términos de teoría, representación y verdad. Estas discusiones son iluminadoras pero no decisivas. Esto se debe en parte a que se encuentran muy infectadas de una metafísica intratable. Sospecho que no puede haber un argumento final a favor o en contra del realismo al nivel de la representación. Cuando pasamos de la representación a la intervención, el anti-realismo tiene menos asidero” (Hacking 1983, p. 31). Según Hacking, la existencia de entidades inobservables queda establecida, no a partir de una mera detección a través de alguna de sus propiedades, sino cuando se las utiliza en la producción de nuevos fenómenos bajo el supuesto de que contribuyen de un modo esencial en dicha producción. Por lo tanto, el mejor argumento en favor del realismo no proviene de la representación, sino de nuestro éxito en la intervención sobre la realidad.

Hacking defiende un realismo acerca de entidades, en sintonía con su nominalismo, pero adopta una posición antirrealista respecto de las leyes y las teorías científicas. Esta forma de realismo defiende la idea de que es posible referirse a ciertas entidades con éxito aun mediante descripciones falsas. La propuesta pluralista, en cambio, disuelve la distinción entre realismo acerca de entidades y realismo acerca de teorías: cada esquema conceptual constituye su propia ontología al identificar los ítems básicos mediante sus categorías ontológicas y las propiedades y relaciones que resultan definitorias de dichos ítems; una teoría, al ser aceptada como verdadera a causa de su adecuación empírica,

establece qué propiedades y relaciones no definitorias se aplican a los ítems identificados por el esquema conceptual. Por lo tanto, la perspectiva del realismo pluralista recoge las intuiciones realistas fundamentales, no sólo en relación con la existencia de entidades tanto observables como inobservables (esto es, no sólo en un sentido ontológico) sino también respecto de las teorías científicas (también en un sentido epistémico y semántico), cuyas virtudes epistémicas se estiman de acuerdo con la adecuación entre sus consecuencias contrastables y los hechos en el plano ontológico.

Como se ha señalado ya, Lombardi y Pérez Ransanz afirman que toda teoría presupone un esquema conceptual y que, en consecuencia, la constitución de la ontología por parte del esquema conceptual es lógicamente previa a la construcción y contrastación de la teoría. Cuando intenta determinarse cómo se impone una cierta teoría y el esquema conceptual por ella presupuesto en el desarrollo efectivo de la ciencia, es indispensable considerar qué es intervenir en el mundo. Es decir, ya no es posible diferenciar entre dos momentos, el del nacimiento de un esquema conceptual y el de la puesta a prueba de una teoría. El desarrollo de toda teoría científica, a partir de sus formulaciones originales, es un proceso complejo donde *representación e intervención* interactúan y se retroalimentan de un modo continuo y dialéctico: la intervención mejora la representación y esta da lugar a nuevas formas de intervención. En este proceso no sólo se construye, articula y evalúa la teoría, sino que se cristaliza el esquema conceptual que fija la ontología. La experimentación estructura nuestras creencias y consolida y estabiliza nuestra confianza en la existencia de las entidades de las que nos habla la teoría.

En definitiva, según Lombardi y Pérez Ransanz, la confianza en la existencia de los ítems que pueblan la realidad proviene principalmente de nuestro éxito al interactuar con ellos o manipularlos. Las autoras consideran que, si bien el aspecto lingüístico sobre el que se concentra Putnam es central en la comprensión del modo en que opera la ciencia, limitarse a su estudio conlleva descuidar la práctica efectiva en el ámbito de la observación y la experimentación. Toda concepción realista que pretenda hacer justicia al modo en que los científicos trabajan, tanto en su labor teórica como en los laboratorios, debe necesariamente incorporar la dimensión práctica y pragmática de la ciencia. Es

precisamente a través de la práctica científica de observación y experimentación que la realidad independiente nos *posibilita* y *constrñe* en la evaluación de nuestras teorías, cuando “responde” negativamente a nuestras preguntas.

CAPÍTULO VI

Realismo pluralista: enfrentando los problemas

En el capítulo anterior he caracterizado las tesis fundamentales con las que se compromete el pluralismo ontológico de raigambre kantiana defendido por Lombardi y Pérez Ransanz. En el presente capítulo argumentaré que esta concepción representa una superación de las posiciones realistas críticas presentadas en el Capítulo I y de las posiciones neo-reduccionistas presentadas en el Capítulo III, en la medida en que brinda un marco filosófico adecuado para enfrentar los problemas –presentados en los Capítulos II y IV– que ambas posiciones no lograban resolver o abordar siquiera. Para esto, analizaré, en primer lugar, el modo en que la ciencia deviene de acuerdo con el realismo pluralista y cómo esta posición concibe la simultaneidad teórica. Analizaré también la concepción que el pluralismo puede ofrecer respecto de las clases naturales y, en relación con ello, respecto de las leyes científicas. Exploraré, asimismo, la visión que el realismo pluralista puede ofrecer de la coexistencia entre mecánica cuántica y relatividad general, y de la relación entre el mundo químico y el mundo físico, por medio de un análisis de la ontología de la química, en particular, de la macro-química.

VI.1 La dinámica del devenir científico

Como ha sido señalado, el pluralismo ontológico de raigambre kantiana defendido por Lombardi y Pérez Ransanz defiende una tesis realista respecto de la noción de verdad, comprendiéndola como una relación de adecuación entre los enunciados de las teorías y la ontología constituida por el esquema conceptual presupuesto por dicha teoría. De acuerdo con esta noción, los enunciados de una teoría científica tienen valor de verdad respecto de la ontología constituida por un esquema conceptual. He señalado, asimismo, que el valor de verdad de los enunciados científicos depende en cierta medida de la realidad independiente. Esta cumple un papel esencial en tanto interviene en la constitución de la ontología respecto

de la cual los enunciados de una determinada teoría científica son verdaderos o falsos. Y el papel que juega la realidad independiente se evidencia en la práctica de contrastación empírica de las teorías. Por esta razón, Lombardi y Pérez Ransanz sostienen que la contrastación de las teorías científicas con la experiencia es un elemento ineludible en la evaluación de dichas teorías.

El problema de la verdad de las teorías científicas es un problemapreciado para los realistas críticos –a cuyas posiciones me he referido en el presente trabajo– comprometidos con el realismo semántico caracterizado en el Capítulo I. Estas posiciones realistas pretenden argumentar en favor de la idea de que las teorías, en su sucesión histórica, se aproximan cada vez más a la verdad. Esta progresiva aproximación a la verdad se evidenciaría, según los realistas críticos, en los cambios teóricos, comprendidos estos siempre bajo el modo de la sucesión por reemplazo. El pluralismo ontológico, que se compromete con una noción de verdad como adecuación, manteniéndose dentro de los límites de una posición realista desde una perspectiva semántica, rechaza sin embargo la idea de una progresiva aproximación a la verdad, entendida como verdad única. Este rechazo se comprende cabalmente si se lo considera en conjunción con una visión radicalmente distinta del devenir científico, una visión que impugna la idea de sucesión por reemplazo.

En efecto, en el Capítulo II he cuestionado la simplificación e ingenuidad en que incurren los realistas y los inconmensurabilistas al pensar la cuestión del realismo y la inconmensurabilidad sobre la base de un modelo de cambio teórico que no se ajusta a lo que efectivamente acontece en ciencia. Este modelo de sucesión lineal por reemplazo parece ser una idea *a priori*, que no surge de atender el efectivo devenir de la ciencia. En ese contexto, las ideas de continuidad o ruptura referencial se proponen para explicar una suerte de quimera, el problema imaginario del cambio teórico como sucesión por reemplazo. Al haber identificado erróneamente el modo en que la ciencia se desenvuelve, no sorprende que las respuestas al problema del cambio teórico resulten abstrusas y poco fértiles como perspectiva filosófica para pensar la ciencia real.

Veamos cómo es caracterizado, entonces, el devenir de la ciencia real de acuerdo con el realismo pluralista y teniendo en cuenta que la verdad, en este marco filosófico, se comprende como adecuación. Para ilustrar cómo se desarrolla la ciencia, y para argumentar que el pluralismo ontológico constituye un marco filosófico adecuado para dar cuenta de este devenir, Lombardi y Pérez Ransanz afirman que hay dos modos distintos en que se producen cambios en la ciencia. Estos dos tipos de cambio teórico nada tienen que ver con aquel modelo de cambio teórico que ha sido puesto en cuestión en el Capítulo II del presente trabajo.

Para introducir su concepción acerca del devenir de la ciencia, Lombardi y Pérez Ransanz apelan al siguiente ejemplo histórico. La física de fines del siglo XIX suponía un esquema conceptual de acuerdo con el cual cabía preguntarse si la carga eléctrica del electrón era de $1,620 \cdot 10^{-19}$ Coulomb, dado que en la ontología de la época se encontraban la entidad electrón y la propiedad carga eléctrica. Para responder esta pregunta, que tenía sentido dentro de los límites trazados por este esquema conceptual, se diseñó un experimento, concebible y descriptible, por supuesto, también dentro de dicho esquema. La respuesta que la realidad independiente dio a esta pregunta fue positiva. De acuerdo con la ontología constituida por la realidad independiente y el esquema conceptual, dado el experimento, la carga eléctrica del electrón resultó ser de $1,620 \cdot 10^{-19}$ Coulomb. Dentro del marco impuesto por este esquema conceptual, en cambio, la pregunta por la curvatura del espacio-tiempo no podía formularse, dado que tal entidad no formaba parte de la ontología. Pero sí podía formularse la pregunta por el desfase entre dos rayos de luz emitidos paralela y perpendicularmente al movimiento de la Tierra, desfase que era predicho por la teoría vigente. En este caso, la respuesta que la realidad independiente dio a esa pregunta en los experimentos de Michelson y Morley fue negativa. Frente a esta negativa, había dos opciones. Una de las alternativas era mantener el esquema conceptual y, por lo tanto, la ontología, y modificar la teoría para dar cuenta del nuevo resultado. Esta fue la opción de Lorentz y Fitzgerald. La segunda opción consistía en modificar el esquema conceptual y, por ende, adoptar una nueva ontología, y formular una teoría que explicara los hechos, reidentificados desde un nuevo esquema conceptual. Esta fue la opción de Einstein.

En primer lugar puede observarse que el pluralismo ontológico de raíz kantiana permite dar cuenta de los cambios que se producen en ciencias como consecuencia de la aparición de contraevidencias empíricas, tal como lo muestra este ejemplo histórico. En efecto, en el marco filosófico del pluralismo, la verdad y la falsedad son entendidas en términos de adecuación e inadecuación entre lenguaje y realidad; la verdad y la falsedad se predicen de los enunciados de la teoría sobre la base de la contrastación empírica. En esta situación tiene sentido afirmar que cierta predicción de una teoría resulta ser falsa a la luz de los resultados experimentales.

En segundo lugar, el ejemplo histórico presentado por Lombardi y Pérez Ransanz pone en evidencia los dos modos en que puede producirse un cambio en el desarrollo de la ciencia. Estos dos modos son conceptualmente diferentes y representan las dos posibilidades existentes frente a una contraevidencia empírica, esto es, frente a aquellos casos en los cuales las predicciones de una teoría no se confirman en la contrastación empírica. La primera de estas posibilidades consiste en introducir una modificación en la teoría, dentro del marco que ofrece el mismo esquema conceptual, esto es, no modificar el esquema conceptual supuesto por la teoría previa, sino mantenerlo. El cambio que tiene lugar en este caso es un cambio de teoría: se da lugar a una nueva teoría que refiere a la misma ontología y que, por lo tanto, puede compararse con la teoría anterior. En la medida en que ambas teorías presuponen el mismo esquema conceptual y, por tanto, refieren a la misma ontología, tiene sentido afirmar que la teoría previa es lógicamente incompatible con una predicción de la teoría posterior y que, en consecuencia, habiendo resultado falsa la primera, la segunda teoría puede ser verdadera.

La segunda posibilidad existente frente a una experiencia recalcitrante es la de que se produzca un cambio revolucionario, donde el cambio de teoría debe ser comprendido, en sentido estricto, como un cambio de al menos parte del esquema conceptual. En este tipo de cambio la teoría nueva no sólo rechaza algunas afirmaciones de la teoría anterior sino que abandona, al menos parcialmente, el esquema conceptual que suponía la teoría anterior. Con la modificación del esquema conceptual, o con el abandono parcial del mismo, se modifica parte de la ontología presupuesta por la teoría abandonada. En otras palabras,

cuando se produce un cambio en el esquema conceptual, al entrar en escena un nuevo esquema conceptual que será el presupuesto por la nueva teoría, se constituye una nueva ontología. Al ser esto así, nos encontramos frente a un nuevo mundo, donde algunos de los ítems objetivos de la ontología constituida por el esquema conceptual abandonado pueden no ser ítems existentes en la nueva ontología. En el ejemplo histórico anterior, desaparece la simultaneidad absoluta y el espacio y el tiempo como ítems independientes. Al modificarse el esquema conceptual, al ser reemplazado por otro nuevo, también se incorporan nuevos ítems a la nueva ontología. En nuestro ejemplo histórico, el espacio-tiempo y la distancia espacio-temporal, inexistentes en la ontología clásica, se incorporan a la nueva ontología relativista. En esta situación provocada por el cambio revolucionario, la teoría pasada no puede ser comparada con la teoría posterior en términos de su adecuación empírica. Esto es así, porque cada una de ellas se refiere a un “mundo” diferente. “Si la teoría previa se abandona y la nueva se acepta, ello se debe a que la primera ha manifestado dificultades en cuanto a su adecuación empírica, mientras que la segunda aún no lo ha hecho y se espera que podrá continuar desarrollándose de un modo empíricamente fructífero. Pero los valores de verdad de sus respectivos enunciados empíricos no pueden ser comparados; y no porque haya variado la noción misma de verdad, sino porque se han modificado drásticamente los polos de la relación veritativa: lenguaje y ontología.” (Lombardi y Pérez Ransanz 2012, Capítulo III).

La reformulación del realismo internalista de Putnam y las correcciones que Lombardi y Pérez Ransanz introducen en él permiten comprender aspectos de la práctica científica no debidamente atendidos ni en la filosofía tradicional de la ciencia, ni en la propia formulación de Putnam. Permiten comprender, en primer lugar, que un esquema conceptual nunca es refutado dado que no es susceptible de ser verdadero o falso. Dado un cambio teórico revolucionario, el esquema conceptual aceptado hasta el momento –esto es, presupuesto por la teoría que es abandonada– es simplemente abandonado al aparecer un nuevo esquema conceptual presupuesto por una nueva teoría. En el marco de este nuevo esquema conceptual se formula la nueva teoría, empíricamente más fecunda que las teorías formuladas en el marco del esquema conceptual anterior. En segundo lugar, permite dar cuenta de por qué las teorías son evaluadas apelando a la adecuación: cuando los científicos

evalúan sus teorías no ponen en cuestión el esquema conceptual que da sentido a dichas teorías, ni la ontología a la que refiere su lenguaje. No debe olvidarse que la aceptación de determinado esquema conceptual es condición de posibilidad de la misma contrastación. Sin la aceptación del esquema conceptual y los compromisos ontológicos que implica tal aceptación, no habría contrastación de teorías. En tercer lugar, esta perspectiva pluralista da cuenta de la posibilidad de que las predicciones que se formulan con base en una teoría puedan resultar falsas, y da cuenta del papel fundamental que cumple la realidad independiente en la constitución de la ontología sobre la base de la cual la teoría es contrastada. Recordemos que la realidad independiente de la subjetividad, en conjunción con los esquemas conceptuales del sujeto, interviene en la constitución de la ontología. Este es un compromiso fundamental que hace de esta posición una posición realista. La realidad independiente, entonces, interviene en la constitución de la ontología, y de esta ontología nos hablan las teorías científicas; si esto no fuera así, “la ciencia se convertiría en un mero discurso sin referente, e ingresaríamos al reino donde toda teoría es tan “buena” como cualquier otra”. (Lombardi y Pérez Ransanz 2012, Capítulo III).

En el marco de este realismo de corte kantiano, entonces, nos hallamos frente a dos modelos de cambio teórico. La consideración de estos modelos pone de manifiesto que el problema de la referencia en relación con el realismo cobra una nueva dimensión. En principio, cabe asimilar el cambio de teoría manteniendo el esquema conceptual al modo en que el realismo crítico suele pensar el cambio teórico típico en ciencia. Y el cambio de esquema conceptual es asimilable al modo en que el inconmensurabilista concibe el cambio teórico. En el primer caso, el problema de la referencia puede seguir planteándose, pero carece de la relevancia que los realistas pretendían dar a esta cuestión. De acuerdo con el pluralismo, la continuidad referencial en este caso no es transversal a los esquemas conceptuales, porque este tipo de cambio es el cambio que tiene lugar únicamente dentro de los límites de un mismo esquema. Desde esta nueva perspectiva, se rechaza el supuesto de que tal unicidad es el límite al que el lenguaje científico tiende. En el pensamiento realista, este supuesto es dependiente de dos supuestos que en este nuevo contexto son rechazados: la idea de que hay una única ontología y la idea de que la ciencia busca la completa descripción de dicha ontología. Resulta trivial, entonces, la pregunta por la continuidad

referencial a través del cambio teórico dentro de un mismo esquema conceptual en la medida en que no resulta un argumento en favor del realismo científico tradicional. Por otra parte, en el segundo tipo de cambio teórico reconocido por el realismo pluralista, la discontinuidad referencial es un dato en la medida en que con el cambio de esquema conceptual puede cambiar incluso la estructura del lenguaje: si bien lenguaje y esquema conceptual no se identifican, todo esquema conceptual se expresa por medio de un lenguaje. Al aceptar la dimensión ontológica de la tesis de la inconmensurabilidad, se aceptan sus consecuencias semánticas y esto no representa un problema para el realismo pluralista. Independientemente de cómo se interprete la continuidad o discontinuidad referencial, ello no tiene consecuencias para el realismo pluralista: no se busca en tales situaciones una defensa del realismo. El realismo pluralista asume un compromiso ontológico, que viene dado por la aceptación de ciertos principios kantianos, y esta posición metafísica no pretende fundamentarse en consideraciones lingüísticas.

VI.2 La simultaneidad teórica

He señalado en el capítulo anterior que, si bien Putnam considera la posibilidad de brindar un sentido sincrónico al pluralismo, el internalismo fue primariamente discutido en el marco del problema diacrónico del cambio teórico. En este escenario, Lombardi y Pérez Ransanz se proponen formular una versión sincrónica del pluralismo ontológico que defienden. Su idea no es, entonces, aplicar la visión pluralista primariamente a la elucidación del problema diacrónico del cambio teórico –si bien también su realismo arroja luz sobre este problema, tal como se ha observado en la sección anterior del presente capítulo–, sino a la elucidación del tipo de relación que vincula las ontologías de teorías aceptadas al mismo tiempo por la comunidad científica, esto es, teorías que conjuntamente forman parte del cuerpo de conocimiento de la ciencia, teorías que continúan siendo estudiadas, aplicadas, que siguen generando nuevos resultados y nuevos problemas.

En el presente apartado argumentaré que la propuesta ontológicamente pluralista de Lombardi y Pérez Ransanz brinda un marco filosófico que permite abordar el problema de las relaciones interteóricas desde una nueva perspectiva, no sólo en sus aspectos semánticos

y epistemológicos, sino destacando sus implicaciones ontológicas. En particular, me concentraré en tres formas de abordaje de las relaciones interteóricas: el neo-reduccionismo discutido en el Capítulo III del presente trabajo, el emergentismo presentado en el mismo capítulo, y algunas posiciones pluralistas provenientes de la física y de la química.

He señalado en este trabajo que las posiciones realistas e inconmensurabilistas, concentradas en la cuestión del cambio teórico, adoptan ciertos supuestos que les impiden abordar la cuestión de la simultaneidad teórica. Este problema, en cambio, aparece tematizado en los enfoques que aquí he denominado neo-reduccionistas. He afirmado que en la literatura filosófica sobre el tema, el análisis de las relaciones interteóricas es generalmente estudiado en conjunción con la reflexión acerca de la reducción. Es por esta razón que Lombardi y Pérez Ransanz, al ofrecer una visión *sincrónica* del pluralismo, se ven obligadas a recorrer las posiciones reduccionistas y las críticas a la misma.

Lombardi y Pérez Ransanz señalan que las posturas reduccionistas se encuentran en perfecta sintonía con el realismo metafísico. De acuerdo con estas posturas, ya sea que afirmen esto explícitamente o que lo supongan, existe una ontología única y, por lo tanto, una única descripción objetiva de tal ontología. Esta descripción es, por supuesto, la descripción que ofrece la teoría reductora. La posición que concibe las relaciones interteóricas en términos de reducción permitiría formular la pregunta por qué es lo que existe en términos absolutos, esto es, con independencia de todo marco conceptual. Esto es así porque presupone la idea de que las únicas entidades, propiedades y relaciones que realmente existen son las que describe la teoría reductora, esto es, las pertenecientes a la ontología de la teoría reductora.

Esta perspectiva que brinda el pluralismo ontológico de raíz kantiana permite adoptar una postura crítica respecto del reduccionismo. En particular, pone de manifiesto la postura reduccionista respecto del problema ontológico. El reduccionismo formula sus argumentos desde un punto de vista semántico, sus discusiones giran en torno a las relaciones entre teorías, al modo en que dos teorías se relacionan y a las operaciones que permiten establecer los vínculos entre ambas. Tal como fue señalado en los Capítulos III y IV del presente trabajo, esto también sucede en las propuestas neo-reduccionistas de Needham y

Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann, donde se hace particularmente clara la ausencia, en la discusión, de la dimensión ontológica del problema de la reducción.

Cuando estas discusiones se analizan desde la perspectiva que brinda el pluralismo ontológico, es fácil reconocer que la razón por la cual la dimensión ontológica del problema está ausente se debe a la subsistencia del supuesto metafísico implícito acerca de la existencia de una única ontología fundamental. En efecto, de acuerdo con las posiciones reduccionistas tradicionales, los términos singulares y los predicados que introduce la teoría reducida carecen de referentes ontológicos independientes; constituyen meros medios económicos para nombrar aquello que podría nombrarse, en principio, sin ellos.

Estos supuestos ontológicos implícitos y nunca reconocidos se manifiestan en la defensa de la reducción nageliana que efectúa Needham, quien, como fue señalado el Capítulo III, siempre “retrotrae” las cuestiones ontológicas a cuestiones teóricas: la pregunta directa acerca de qué es lo que existe en la realidad se traduce en un enunciado de existencia. Si bien Needham reconoce que no existe una entidad o propiedad subyacente que dé cuenta de la temperatura en todos los casos científicos relevantes, no da nunca un último paso hacia el reconocimiento de una existencia de la temperatura independiente de la ontología subyacente. La perspectiva que brinda el pluralismo ontológico de raíz kantiana permite reconocer que esto se debe a que el autor no puede desembarazarse del supuesto metafísico de una ontología única.

Algo análogo ocurre con la postura que adoptan Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann, quienes, si bien admiten un pluralismo en el caso de las propiedades, necesitan en último término efectuar una identificación ontológica en el ámbito de las entidades: aunque las propiedades mecánicas y termodinámicas puedan ser diferentes e irreductibles, un gas no es más que un sistema de partículas. El pluralismo ontológico nos permite reconocer el modo en que estos autores, frente a los fracasos en la reducción interteórica completa de la termodinámica a la mecánica, necesitan no obstante mantenerse amarrados a la ontología única que, sin duda, es la que brinda la mecánica en tanto teoría reductora.

En definitiva, tanto el reduccionismo tradicional como el neo-reduccionismo, incluso cuando se resisten a discutir cuestiones ontológicas, siguen adoptando, aunque de modo

implícito, un reduccionismo ontológico. Es esta perspectiva reduccionista la que opera cuando la física cuántica es considerada una teoría “fundamental”, la termodinámica una teoría “fenomenológica”, y la química una disciplina “secundaria” respecto de la física. La distinción entre una teoría fundamental, teorías fenomenológicas y disciplinas secundarias supone que hay una ontología única, la que es descripta por la teoría fundamental. Si la teoría fundamental logra describir la realidad tal como es en sí misma, las teorías fenomenológicas o las disciplinas secundarias describen la realidad tal como se nos aparece, pero no tal como es en sí misma. Como afirman Lombardi y Pérez Ransanz (2012, Capítulo V), este supuesto “se encuentra a la base del afán de erigir la física en metafísica, afán que puede detectarse en algunos físicos y en la gran mayoría de los filósofos que defienden el realismo científico”.

Como fue señalado en el Capítulo III del presente trabajo, frente al fracaso de la reducción interteórica, algunos autores recuperaron posturas emergentistas tradicionales desde nuevas perspectivas. En efecto, el emergentismo se presenta como una posición no reduccionista, en la medida en que la caracterización de los ítems emergentes no puede ser deducida, explicada o predicha a partir de la caracterización de otros ítems considerados más básicos. Si bien en términos epistemológicos se habla del carácter no reductivo de las posiciones emergentistas, estas suelen ser concebidas como expresando un hecho ontológico. El emergentismo defiende el carácter real y objetivo de los ítems emergentes, a diferencia del reduccionismo ontológico tradicional. He señalado que el carácter no reductivo de las posturas emergentistas es una de las primeras notas que comparten todas las posiciones emergentistas por diversas que sean, y que la segunda nota compartida es la caracterización de la relación de emergencia como una relación asimétrica: si A emerge de B , entonces B no emerge de A .

La perspectiva que brinda el pluralismo ontológico nos permite concentrar nuestra atención en esta asimetría, y nos conduce a preguntarnos por su significado ontológico. En efecto, si la emergencia se concibe como una relación en el plano ontológico, su asimetría también debe expresar una cierta diferencia ontológica básica entre los ítems involucrados. Las raíces de tal diferencia ontológica pueden hallarse en una de las tesis centrales que, de

acuerdo con Achim Stephan (1998), caracteriza a toda forma de emergentismo: el monismo físico, esto es, la tesis según la cual todas las entidades del universo están constituidas por partes físicas. Esta tesis resulta, a su vez, susceptible de una distinción interna en dos posiciones (*cfr.* Kim 1998), que pueden ser admitidas independiente o conjuntamente: el fisicalismo de entidades, según el cual todos los individuos del universo son particulares físicos o sus agregados, y el fisicalismo de propiedades, según el cual todas las propiedades de los individuos del universo son propiedades físicas. Esto significa que, independientemente de qué tipo de ítems emergentes se trate —químicos, biológicos, mentales, conductuales, etc.—, todos ellos son instanciados por sistemas que consisten solamente de partes físicas. Por lo tanto, el dominio físico se concibe como el nivel ontológico fundamental, en la medida en que todo ítem emergente surge a partir de él. Si bien los ítems emergentes son considerados reales, la realidad está *estratificada*. Esto es, la ontología física es ontológicamente preeminente respecto de las restantes ontologías, las que resultan dependientes del estrato fundamental que les brinda existencia objetiva.

El realismo fisicalista se enfrenta con una dificultad, independientemente de la categoría ontológica de los ítems a los que se refiere —entidades o propiedades—. Esta dificultad consiste en determinar qué significa afirmar que una entidad o propiedad es un ítem “físico”. Robin Le Poidevin (2005) denomina a esta dificultad “el problema de la vacuidad”, que se expresa como el siguiente dilema: si “físico” significa descriponible mediante la física actual, el monismo fisicalista es falso, puesto que la física actual no puede dar cuenta de todos los ítems de la realidad; si “físico” significa descriponible mediante una física “ideal”, esto es, hipotéticamente completa y verdadera, el monismo es una tesis vacua, equivalente a la tautología que afirma que todo es descriponible por la ciencia definida por la característica de que todo lo describe con verdad (*cfr.* Crane y Mellor 1990). Cuando este dilema es considerado desde la perspectiva del pluralismo ontológico, el problema al que se enfrenta el emergentismo fisicalista se convierte en una consecuencia esperable del intento de caracterizar lo “físico” previa e independientemente de toda teoría científica efectiva. Nuevamente, lo “físico” se identifica implícitamente con lo metafísico.

En definitiva, el monismo fisicalista es lo que fundamenta el carácter asimétrico de la relación de emergencia en el plano ontológico. De acuerdo con estas posiciones emergentistas, los ítems emergentes surgen a partir de ciertos componentes fundamentales, es decir, el nivel al cual estos ítems básicos pertenecen posee un estatus primario, una jerarquía ontológica privilegiada respecto del nivel emergente. La mayoría de los emergentistas pretende defender el carácter objetivo y real de los ítems emergentes; sin embargo, en la medida en que el estrato básico se concibe como condición para la existencia del estrato emergente, este último posee una existencia secundaria, derivada respecto del primero. La asimetría de la relación de emergencia, expresa la prioridad ontológica de los ítems a partir de los cuales surgen las entidades y propiedades emergentes.

El pluralismo ontológico de corte kantiano no sólo nos permite traer a la luz este supuesto de asimetría ontológica que subyace al emergentismo, sino que también brinda una perspectiva para cuestionarlo. La asimetría entre las ontologías referidas por teorías simultáneas no se infiere de las relaciones formales entre los enunciados de tales teorías. En efecto, recordemos el argumento crítico, formulado en el Capítulo IV del presente trabajo, acerca de la reducción de la temperatura a energía cinética media por molécula, donde se puso de manifiesto que el símbolo “=” no refiere a identidad lógica entre los términos involucrados sino entre valores numéricos. Ahora bien, tal identidad entre valores numéricos es una relación completamente *simétrica*, que no introduce precedencia o prioridad alguna entre los términos que relaciona. Por lo tanto, el emergentista no puede apelar a la relación formal entre los términos de las teorías involucradas para defender la precedencia o prioridad ontológica de las entidades y/o propiedades del dominio “base” respecto de las entidades y/o propiedades del dominio emergente.

Si el plano formal no suministra argumentos en favor de una relación asimétrica entre las ontologías vinculadas por la relación de emergencia, tampoco la historia de la ciencia brinda elementos para respaldar tal asimetría. Tomemos como ejemplo el desarrollo de la termodinámica, que nace como teoría científica (sin considerar las máquinas de vapor de Thomas Newcomb y James Watt, construidas sin un marco teórico que las respaldara) con

el trabajo de Nicolas Léonard Sadi Carnot de 1824, y a partir de ese momento continúa desarrollándose en su descripción de los fenómenos térmicos. Dado el éxito hasta ese momento incuestionado de la mecánica clásica, en las últimas décadas del siglo XIX se impone la idea de reducción en el nuevo campo de investigación: los fenómenos térmicos deberían poder ser explicados sobre la base del comportamiento mecánico de las partículas componentes del sistema bajo estudio. A la luz de esta idea, Ludwig Boltzmann y Josiah Willard Gibbs, entre otros, formularon la mecánica estadística clásica así como los nexos entre la nueva teoría y la termodinámica macroscópica. Tales nexos, si bien no de tipo reductivo en el sentido de Nagel (*cf.* Sklar 1993), “funcionaron” bastante bien desde un punto de vista teórico y fueron incorporados al cuerpo de conocimiento de la física. En ese momento, quien creyera en nexos ontológicos de dependencia, habría hallado en las relaciones interteóricas recién formuladas el síntoma inequívoco de la dependencia ontológica de los fenómenos térmicos respecto de los hechos mecánicos subyacentes. Sin embargo, desde las primeras décadas del siglo XX la mecánica clásica comenzó a ser desplazada por la mecánica cuántica como teoría fundamental; como resultado de ello, se desarrolló la mecánica estadística cuántica y, a partir de ese momento, los nexos interteóricos se establecieron con la nueva mecánica estadística, una vez más con resultados científicamente convincentes. ¿Qué queda, entonces, del supuesto acerca de la dependencia ontológica de los fenómenos térmicos respecto de la ontología clásica? Pero el aspecto central a destacar aquí es que la termodinámica, en tanto teoría científica que se ocupa de entidades y propiedades como calor, temperatura, entropía, etc., no resultó afectada a través de todo este proceso histórico: el reemplazo de la teoría “fundamental” no modificó los conceptos ni las leyes básicas de la termodinámica. Recordemos, además, que las primeras formulaciones teóricas en termodinámica, propuestas por Carnot, fueron desarrolladas adoptando la teoría del calórico como descripción de la ontología subyacente: nada cambiaría en los textos de termodinámica “fenomenológica” si postuláramos que el calor es un fluido elástico y sutil que llena todos los cuerpos, tal como afirmaba la teoría del calórico. Sobre esta base, no hay razón alguna para creer que un eventual cambio futuro en la teoría supuestamente fundamental afectará de manera significativa las descripciones termodinámicas: si mañana se sustituyera la mecánica cuántica por una nueva teoría, esto

no modificaría en absoluto nuestro conocimiento sobre el calor, la temperatura o la entropía, ni nuestra manera de manipular y predecir fenómenos térmicos, en la medida en que tales conocimientos y prácticas responden a una teoría bien articulada y empíricamente exitosa como la termodinámica macroscópica. Como afirma Jaap van Brakel, en este caso acerca del conocimiento químico, “si la mecánica cuántica resultara equivocada, esto no afectaría todo (o incluso ningún) conocimiento químico acerca de las moléculas (unión, estructura, valencia, etc.). Si la química molecular resultara equivocada, esto no descalificaría todo (o incluso ningún) conocimiento acerca, digamos, del agua” (van Brakel 2000b, p. 177).

En otras palabras, podríamos tener buenas razones para admitir la dependencia ontológica de los ítems “secundarios” respecto de los ítems fundamentales si el abandono o la modificación de la teoría supuestamente fundamental implicara cambios profundos en la teoría que describe tales ítems: en tal caso podría sostenerse que las características de la ontología “secundaria” dependen o son de algún modo el resultado de las características de la ontología “fundamental”. Pero si la suerte de la teoría “secundaria” o “fenomenológica” puede ser inmune a la suerte que corra la teoría “fundamental”, no parece haber buenos motivos filosóficos para suponer que la ontología descrita por la primera depende ontológicamente de la ontología descrita por la segunda. Volviendo al caso de la termodinámica macroscópica, si los términos termodinámicos no adquieren su significado a través de sus relaciones con los términos de la mecánica estadística —clásica o cuántica—, es razonable admitir que la existencia de los ítems termodinámicos no depende de la existencia de los ítems descritos por la mecánica estadística. Dicho de otro modo, la temperatura de un gas no sólo no es la energía cinética media de sus moléculas, sino que tampoco depende de tal energía cinética media: la temperatura es aquello que la termodinámica describe como medido por termómetros, que mantiene ciertas relaciones con la presión y el volumen, que se uniformiza siguiendo una ley definida, etc., y estos hechos no requieren de una ontología subyacente para ser reales.

La propuesta de Lombardi y Pérez Ransanz no es el único pluralismo sincrónico que se ha formulado en el ámbito de la ciencia, en particular, de la física. No obstante, el

componente kantiano de tal enfoque filosófico permite evaluar desde una perspectiva crítica otras propuestas pluralistas. Aquí me he concentrado en el enfoque de Fritz Rohrlich, que parece brindar una perspectiva muy similar a la de Lombardi y Pérez Ransanz, pero que, bajo un análisis más detenido, deja entrever ciertos supuestos metafísicos tradicionales.

Fritz Rohrlich (1988, 1997, 2001) defiende explícitamente el carácter plural de nuestro mundo científico: cada teoría refiere a su propia ontología, y la aceptación de una teoría implica el compromiso con su ontología. Dado que no existe la “teoría del todo”, la ciencia nos impone un pluralismo ontológico según el cual toda teoría madura y establecida debe concebirse “como describiendo el modo en que las cosas realmente son en ese nivel particular” (Rohrlich 2001, p. 200). Y aun cuando las leyes de una teoría puedan obtenerse matemáticamente a partir de las leyes de otra teoría, no se cancela el hecho de que los términos de ambas teorías denotan ítems ontológicos cualitativamente diferentes. Esto significa que “las ontologías de teorías en niveles diferentes son *incommensurables*” (Rohrlich 2001, p. 200, *itálica en el original*).

Estas afirmaciones parecen acercar mucho la posición de Rohrlich al pluralismo ontológico de Lombardi y Pérez Ransanz. Sin embargo, cuando se analiza el modo en que las diferentes ontologías se establecen, puede comprobarse que subsisten diferencias de fondo entre ambas posiciones. En efecto, para Rohrlich el pluralismo ontológico es consecuencia de nuestras capacidades cognitivas siempre limitadas; es precisamente en este sentido que introduce las nociones de “*emergencia cognitiva*” y de “*realismo científico cognitivo*” (1997, 2001). Pero tales capacidades cognitivas no se expresan en términos categoriales y conceptuales, como en el caso de un realismo de corte kantiano, sino en términos de “grados de precisión”: las diferentes teorías suministran información con órdenes de precisión diferentes, es decir, con mayor o menor precisión. En palabras de Rohrlich, “por ejemplo, las observaciones que mostraron desviaciones de la teoría gravitatoria newtoniana [...] se debieron a instrumentos de más alta precisión; tales observaciones sólo encontraron su explicación en la teoría gravitatoria einsteniana. [...] Claramente, en cada nivel el instrumental difiere; provee información con diferentes

órdenes de precisión, es decir, en diferentes escalas” (Rohrlich 2001, pp. 186-187). Pero esto supone que es posible comparar los órdenes de precisión de las predicciones de diferentes teorías. Ahora bien, si las ontologías correspondientes a tales teorías fueran realmente inconmensurables, no queda claro qué sentido tendría comparar los grados de precisión de predicciones referidas a ítems ontológicos diferentes. La naturaleza meramente cognitiva del pluralismo ontológico propuesto por Rohrlich parece conducir a una pluralidad de ontologías “epistemologizadas”, que serían el resultado de las limitaciones *contingentes* de nuestros medios empíricos de acceso a la realidad, limitaciones que, no obstante, podrían ir disminuyendo –con el consecuente aumento en el grado de precisión– a través de la evolución de la ciencia. En otros términos, Rohrlich parece decirnos que, dado el hecho contingente de que no existe (¿aún?) la “teoría del todo”, debemos contentarnos con describir una multiplicidad de ontologías irreducibles entre sí.

Esta interpretación se ve reforzada por las repetidas alusiones de Rohrlich a ontologías “más gruesas” y “más finas”, que sugieren una relación ontológica *asimétrica* entre diferentes ontologías. Tal asimetría se fundaría en el hecho de que la ontología más gruesa resulta de promediar ciertas estructuras más profundas o ignorar algunas magnitudes correspondientes a la teoría más fina: “nuestras teorías científicas son idealizaciones dependientes de un nivel, en las cuales ciertos ‘pequeños’ fenómenos se ignoran. [...] Puesto que nuestras capacidades cognitivas limitadas requieren idealizaciones, la verdad científica tiene siempre un error asociado a ella” (Rohrlich 2001, p. 201). Pero si es este el modo en que se constituyen las diferentes ontologías, resulta difícil negar la prioridad ontológica de la ontología más fina, puesto que de ella surge la ontología más gruesa como consecuencia de pasar por alto ciertos detalles e ignorar ciertos fenómenos. La alusión a errores “debidos a despreciar la estructura interna de los objetos descriptos” (Rohrlich 2001, p. 201) también recoge la idea de que existe una cierta “pérdida de información” al pasar de la ontología más fina a la más gruesa. De este modo, el pluralismo ontológico de Rohrlich parece conducir a una jerarquía ontológica que se ajusta a la tradicional jerarquía de las teorías físicas (fundamentales, fenomenológicas, secundarias, etc.), donde las diferentes ontologías se encuentran conectadas por relaciones asimétricas de prioridad ontológica.

El carácter epistémicamente contingente del pluralismo ontológico de Rohrlich se debe a no haber incorporado el componente kantiano y el aspecto pragmático al marco filosófico que lo fundamenta. De acuerdo con el pluralismo ontológico de Lombardi y Pérez Ransanz, las teorías consideradas “más gruesas” no se obtienen a partir de la ontología “más fina” como “idealizaciones en las cuales ciertos ‘pequeños’ fenómenos se ignoran”; las teorías, incluso las supuestamente “más gruesas”, se incorporan al cuerpo del conocimiento científico principalmente por su éxito empírico en la descripción y predicción de los fenómenos en sus correspondientes ontologías. Es sobre la base de sus propias virtudes epistémicas que adquieren su carácter objetivo, y no de su relación con una teoría “más fina”: esta objetividad no se vería menoscabada si no pudiera establecerse una relación interteórica con la teoría supuestamente más básica. Por otra parte, desde una perspectiva kantiana, la ontología de una teoría no depende de factores contingentes como el grado de precisión de nuestras observaciones, el cual puede aumentar con el desarrollo de nuevos instrumentos de medición; la constitución de la ontología es condición de posibilidad de todo conocimiento, incluso de aquel que se obtiene por observación y experimentación, y, por tanto, es lógicamente previa a toda estimación de errores o grados de precisión. Cuando se incorpora este elemento kantiano, es posible fundar un pluralismo ontológico que no surge como consecuencia de nuestras limitaciones cognitivas contingentes y paulatinamente superables, sino que incorpora una inconmensurabilidad genuina, esto es, una inconmensurabilidad que priva de sentido a la comparación entre los grados de precisión de teorías referidas a ontologías diferentes o al supuesto de errores o pérdida de información al pasar de una teoría a la otra. Son las raíces kantianas del pluralismo ontológico de Lombardi y Pérez Ransanz, donde cada ontología depende de su propio esquema conceptual, aquello que permite adjudicar de un modo consistente igual estatus de existencia a las ontologías correspondientes a teorías empíricamente exitosas, sin presuponer relaciones asimétricas de prioridad o dependencia ontológica entre ellas.

En conclusión, el pluralismo ontológico de Lombardi y Pérez Ransanz es una posición anti-reduccionista y anti-emergentista, que rechaza la idea de una ontología fundamental única, pero también se opone al supuesto de dependencia ontológica entre diferentes dominios de lo real. De acuerdo con este pluralismo, vivimos en una realidad

diversificada, donde cada teoría científica pragmáticamente exitosa constituye su propia ontología, y donde las diferentes ontologías pueden coexistir sin prioridades ni privilegios.

VI.3 Ni esencialismo ni convencionalismo

En las secciones anteriores del presente capítulo se presentó el modo en que la ciencia deviene históricamente según el pluralismo ontológico de raíz kantiana formulado por Lombardi y Pérez Ransanz, y se expuso en qué consiste la versión sincrónica de dicho pluralismo. Esta visión de la ciencia enfrenta algunos de los problemas fundamentales que emergían del análisis de la posición de los realistas críticos, tal como fue presentada y criticada en los Capítulos I y II, en particular, los problemas que surgen de su visión simplificada del cambio científico (Sección VI.1). He señalado que el pluralismo ontológico también enfrenta los problemas que surgen de un análisis de las posiciones neo-reduccionistas, a la exposición y crítica de cuyas propuestas he dedicado los Capítulos III y IV de este trabajo; estos problemas aparecen principalmente cuando se consideran teorías incompatibles pero simultáneamente aceptadas en la comunidad científica (Sección VI.2).

He señalado, asimismo, a lo largo de este trabajo, que tanto las propuestas de los realistas críticos como las de los neo-reduccionistas aquí analizadas no podrían sostenerse de no adoptar fuertes supuestos filosóficos. Recordemos que se ha señalado que realistas críticos y neo-reduccionistas consideran (independientemente de que no estén dispuestos a afirmar que así lo hacen) que lenguaje y realidad se relacionan de modo que tal vínculo se fundamenta en una suerte de “pegamento metafísico” y que la unicidad referencial del lenguaje se exige en la medida en que se la presupone, considerando que el lenguaje tiende a tal unicidad, la que, en última instancia, se fundamenta en la unicidad del mundo-en-sí que la ciencia pretende describir y explicar. Esta idea de la ontología única fundamental, aceptada por realistas críticos y por neo-reduccionistas predomina en un contexto en el cual se considera legítimo filosofar dentro de los límites trazados por los preceptos de la tradición analítica, si bien aceptando veladamente los mencionados supuestos metafísicos.

En la presente sección abordaré otro tema que ha sido tematizado en este trabajo, el de las clases naturales. Este tema ha sido desarrollado en el Capítulo II, dado que acerca de

los términos de clases naturales discuten los realistas críticos, preocupados por ofrecer una teoría de la referencia para tales tipos de términos (entre otros), de modo de poder defender, sobre la base de dicha teoría, su realismo crítico. Abordaré en esta sección la cuestión de las clases naturales, pero no dentro de los límites que establece la filosofía analítica de la ciencia —esto es, no desde una perspectiva lingüística— sino en un sentido ontológico, a los fines de mostrar que el pluralismo ontológico de raíz kantiana, que no se enmarca dentro de dicha tradición, puede ofrecer una adecuada concepción de las clases naturales. Al analizar la cuestión de las clases se analizará también el problema de cómo han de concebirse las leyes de la naturaleza, en la medida en que ambas cuestiones se encuentran estrechamente relacionadas.

No se trata, entonces, de las clases naturales en su función meramente semántica, es decir, en tanto referentes de ciertos tipos de términos, ni de la justificación que debe hallar determinado vínculo referencial. Aquí me ocuparé de las clases naturales en sentido ontológico. Este análisis puede ser recuperado por la pregunta *¿qué son* las clases naturales? Esta discusión ha cobrado relevancia recientemente en las filosofías especiales de las ciencias, particularmente en filosofía de la biología respecto de las especies y, más recientemente, en la filosofía de la química en relación con las sustancias químicas. En el Capítulo II del presente trabajo caractericé con cierto detalle la posición esencialista respecto de las clases naturales, recordando sus raíces aristotélicas y deteniéndome en el microestructuralismo esencialista de Kripke y Putnam. La idea de esta sección consiste en mostrar que el pluralismo brinda una respuesta satisfactoria al problema de las clases naturales y al problema de las leyes de la naturaleza sin incurrir en el esencialismo ni en su opuesto, el convencionalismo.

Aunque prácticamente en todas las disciplinas podrían encontrarse clases naturales, como ya fue señalado, la química ha reemplazado a la biología en ofrecer ejemplos paradigmáticos de clases naturales: los elementos químicos y los compuestos químicos. La cuestión a la que me he referido aquí como la pregunta ontológica y no meramente lingüística por las clases puede formularse en este contexto del siguiente modo: las clases naturales putativas ¿son genuinamente naturales o meramente convencionales?, ¿existen

propiedades esenciales que identifican las clases y confieren a ellas su carácter de “naturalidad”, o tales clases son meros resultados de los recortes que se introducen en la realidad, sin correlato ontológico alguno? A su vez, el problema de la existencia y definición de las clases naturales se encuentra fuertemente ligado con la cuestión de las leyes. De hecho, las clases naturales son precisamente aquellos ítems a los cuales pretenden aplicarse las leyes científicas. En definitiva, el problema de las clases naturales y de las leyes de la naturaleza admite respuesta desde dos perspectivas extremas y opuestas: el *esencialismo* y el *convencionalismo*.

El esencialismo considera que una clase natural es demarcada por una esencia real, esto es, lo que hace que un individuo pertenezca a determinada clase natural y no a otra. Desde la perspectiva esencialista, las leyes de la naturaleza son enunciados que expresan relaciones reales y necesarias entre esencias. Como fue señalado, en el contexto de la química, la cuestión acerca de la existencia de las clases naturales ha estado fuertemente vinculada con la afirmación del microestructuralismo, de acuerdo con el cual las sustancias químicas son clases naturales que pueden ser individualizadas en términos exclusivamente de su microestructura. Es interesante el modo en que Ellis caracteriza el microestructuralismo esencialista en química: “Cada tipo distinto de sustancia química aparecería como un ejemplo de una clase natural, dado que todas las clases de sustancias químicas existen independientemente del conocimiento y la comprensión humanos, y las distinciones entre ellas son todas reales y absolutas. Por supuesto, no podríamos haber descubierto las diferencias entre los tipos de sustancias químicas sin mucha investigación científica. Pero estas diferencias no fueron inventadas por nosotros, o elegidas pragmáticamente para imponer orden en una masa amorfa de datos. No hay un espectro continuo de variedad química que nosotros debamos categorizar de algún modo. El mundo químico simplemente no es así. Por el contrario, tiene todo el aspecto de ser un mundo hecho de tipos discretos de sustancias químicas. Suponer otra cosa es hacer un sinsentido de toda la historia de la química desde Lavoisier.” (Ellis 2008, p. 140).

La otra visión extrema involucrada en la discusión acerca de las clases naturales es el convencionalismo. De acuerdo con esta última posición de estilo humeano, las clases

naturales son agrupamientos meramente convencionales, que no “cortan la realidad en sus coyunturas”, y las leyes de la naturaleza son meros compendios de experiencias, sin necesidad natural alguna. Los convencionalistas pueden aceptar que la ciencia emplea ciertas clases, pero conciben la selección de una clasificación particular como una decisión conveniente que depende de propósitos específicos, y que puede ser reemplazada al variar dichos propósitos. Bajo la fuerte influencia del empirismo –como el de Mach (1886 [1984]), que modeló el pensamiento del Círculo de Viena– la filosofía de la ciencia de la primera mitad del siglo XX adoptó posiciones más cercanas a las visiones de tipo humeano que al esencialismo. Sin embargo, aquellas visiones no lograban justificar por qué las leyes podían legítimamente ser extrapoladas a partir de lo que ha sido observado hacia aquello que no ha sucedido todavía. Desde la perspectiva convencionalista, propia de un empirismo fuerte, las leyes de la ciencia son concebidas como compendios de lo que efectivamente sucedió, está sucediendo y sucederá, de modo que las posibilidades reales simplemente no existen en el mundo. En consecuencia, esta perspectiva no tiene medios para dar cuenta del hecho de que las leyes genuinas soportan contrafácticos, mientras las meras generalizaciones no (Goodman 1965).

Quizás a causa de estas dificultades, pero también gracias a la declinación de la influencia del positivismo lógico, el esencialismo experimentó un resurgimiento durante los años '70, principalmente respecto de las clases naturales. Los trabajos de Kripke (1972, 1980) y Putnam (1973, 1975b), presentados en el Capítulo II de este trabajo, analizaron la cuestión desde una perspectiva semántica: por medio de extender la teoría causal de la referencia formulada para los nombres propios, Kripke y Putnam consideraron que los términos de clases naturales refieren directamente a los miembros de la clase; cada clase es demarcada por su esencia, la cual es descubierta por la ciencia.

Dada la estrecha relación entre lo que es considerado una ley de la naturaleza y lo que es reconocido como una clase natural, el esencialismo acerca de las clases naturales tiene inmediatas implicaciones para el modo en que se conciben las leyes de la naturaleza. De acuerdo con Ellis (2008), la hipótesis del esencialismo sostiene que cada clase natural, en cada nivel de generalidad, tiene su propia esencia real distintiva, esto es, un conjunto único

de propiedades intrínsecas o estructuras en virtud de las cuales las cosas son de la clase que son. Para las clases “sustantivas” (que son clases naturales de sustancias), estas propiedades intrínsecas o estructuras deben incluir al menos algunos poderes causales. La esencia de un poder causal depende de qué es lo que hace esa clase. Por lo tanto, el poder causal en sí mismo debe ser una propiedad intrínsecamente disposicional (*cfr.* Ellis 2008). Esto pone de manifiesto el vínculo entre clases y leyes, y entre clases entendidas en sentido esencialista y leyes entendidas en un sentido que, si bien en algunos casos se pretende distinto del esencialismo y del convencionalismo, a mi entender no se aleja demasiado del esencialismo (*cfr.* Córdoba & Lombardi 2012a). De hecho, por ejemplo, si las esencias son concebidas como universales, las leyes naturales pueden ser vistas como relaciones entre universales (Dretske 1977, Tooley 1977, Armstrong 1978, 1983). De acuerdo con algunos autores, aquellos universales son poderes, tendencias o disposiciones (*cfr.* Bhaskar 1975, Harré y Madden 1977): el mundo está poblado por una multiplicidad de disposiciones naturales, que nos dicen cuáles son las posibilidades inherentes de las naturalezas de las cosas; y con qué clase de cosas estamos tratando es en sí mismo especificado por las disposiciones que definen a tal clase (Harré 2000).

Por supuesto, una perspectiva esencialista es el mejor antídoto contra las limitaciones de las visiones de estilo humeano, aunque al costo de convertir la ciencia en metafísica. El esencialismo, además, enfrenta dificultades también cuando se lo aplica a la práctica efectiva de la ciencia. Por ejemplo, de acuerdo con Dupré (1993), la comprensión contemporánea de las especies biológicas brinda escaso apoyo al esencialismo (*cfr.* también Hull 1965); como consecuencia, subraya la necesidad de una variedad de sistemas clasificatorios más o menos transversales (Dupré 2001). Por su parte, y tal como fue señalado, en química el esencialismo adopta la forma de microestructuralismo. Este enfoque que resulta aproximadamente adecuado para los elementos químicos, presenta graves dificultades cuando se lo aplica a las sustancias compuestas, en particular, frente al fenómeno de isomería o a la estructura dinámica de las moléculas. Además, si bien los elementos pueden ser clasificados por su número atómico, su constitución microscópica supuestamente esencial no determina sus propiedades macroscópicas, tal como lo muestra la alotropía, esto es, el fenómeno por el cual diferentes instancias de un mismo elemento

pueden caer en categorías diferentes (ver discusión en Capítulo II). Estas dificultades en la identificación de clases naturales en química conducen, a su vez, a debates respecto de la existencia de leyes químicas. Para algunos autores, las leyes son marca de cientificidad y, por lo tanto, las leyes de la química son leyes naturales tal como lo son las leyes de la física. En particular, la tabla periódica de Mendeleev es concebida como una ley, un enunciado de corte nomológico que apela a la idealización en el mismo sentido que las leyes físicas (*cf.* Hettema y Kuipers 1988, Vihalemm 2003). Otros autores, por el contrario, consideran que una parte significativa de la química está basada en meras clasificaciones sin contenido nomológico. En este sentido, Scerri (1997) afirma que la tabla periódica en sí misma no es ni una teoría ni una ley: es una manera de representar el sistema periódico, que carece de carácter teórico, dado que su único propósito es la clasificación, pero no la explicación.

Por supuesto, estas dificultades del esencialismo en química no conducen a adherir a su opuesto, la visión humeana, dado que puede dejarnos sin justificación del enorme éxito práctico de las clasificaciones y de las leyes de la química. Algunos autores han intentado encontrar una posición intermedia proponiendo un tipo de postura pluralista que evita los problemas de ambas visiones extremas: la idea central consiste en tomar conciencia de que la ciencia puede exigir una variedad de clasificaciones transversales que no pueden reducir unas a otras. Por ejemplo, Dupré (1993) defiende un “realismo promiscuo”, que no renuncia al uso del término “clase natural”, aunque claramente en un sentido despojado de sus tradicionales connotaciones esencialistas. Una perspectiva similar es adoptada por van Brakel, cuando afirma que “podríamos ser lo suficientemente tolerantes para dejar igual espacio ontológico para el agua manifiesta, el agua en términos de la teoría termodinámica de las sustancias, la estructura molecular del agua (‘construida’ a partir de las mediciones espectroscópicas), las ecuaciones mecánico-cuánticas ‘apropiadas’ para una molécula de agua aislada, y los experimentos con moléculas de agua aisladas, las cuales, dependiendo de las técnicas de medición, muestran más o menos características de la estructura molecular ‘clásica’” (van Brakel 2000b, pp.147-148). En este punto, vale la pena advertir que, en los intentos de evitar la dicotomía entre convencionalismo y esencialismo, la filosofía kantiana no es siquiera mencionada.

Este repaso de las discusiones acerca de las clases naturales y las leyes de la naturaleza muestra que todo el debate procede de una perspectiva "externalista". Esto no sorprende, puesto que es la misma perspectiva, señalada a lo largo de todo este trabajo, que se ha encontrado en el tratamiento de muchos otros problemas filosóficos (ontológicos, semánticos y epistemológicos) tanto en las tradiciones de la filosofía general de la ciencia como en las filosofías de las ciencias particulares. La idea latente en la discusión acerca de las clases y las leyes depende del supuesto de que sería posible (esencialismo) o imposible (convencionalismo) acceder a las cosas-en-sí. Esto es, el debate sólo tiene sentido dentro del marco de la adopción de la perspectiva del Ojo de Dios para decidir qué existe y qué no existe en el mundo. Esta situación es enmarcada en la tendencia general seguida por el pensamiento analítico del siglo XX: en el contexto de este marco filosófico, los problemas han sido abordados desde posturas pre-críticas, como si el punto decisivo introducido por Kant en la filosofía occidental no hubiese existido. Sin embargo, una vez que uno recupera las enseñanzas de Kant acerca de la naturaleza constituida del mundo del conocimiento, la discusión aparece bajo una nueva luz, y las visiones pluralistas adquieren una fundamentación filosófica.

Desde la perspectiva del pluralismo ontológico sincrónico de raíces kantianas propuesto por Lombardi y Pérez Ransanz, caracterizado en el Capítulo V del presente trabajo, podemos aceptar legítimamente la existencia de leyes de la naturaleza y de clases naturales en cada ontología constituida por un esquema conceptual exitoso. Las leyes no constituyen meros compendios de las experiencias, y las clases naturales no son meros agrupamientos convencionales sin referentes en el mundo. Sin embargo, esto no conduce a adoptar un esencialismo metafísico comprometido con leyes absolutas de la naturaleza y con clases naturales que habitan la realidad-en-sí. El rol activo del sujeto en el conocimiento es lo que fundamenta el hecho de que las leyes de la naturaleza y las clases naturales resulten de la síntesis entre realidad nouménica y un esquema conceptual, este último expresado por un discurso que es la manifestación lingüística de una práctica científica efectiva. Y, a su vez, la posibilidad de esquemas conceptuales múltiples, derivada de las prácticas exitosas diferentes, abre la posibilidad de leyes diferentes pero no reducibles y de clasificaciones múltiples y transversales, todas ellas igualmente naturales y

objetivas, aunque no esenciales. Su naturaleza objetiva no descansa en el hecho de que reflejan especularmente la realidad tal como es, independientemente del sujeto cognoscente, sino en la actividad científica como una praxis productiva.

Las clases entendidas de acuerdo con el esencialismo y la necesidad de las leyes vinculada con tal posición, así como la imposibilidad de acceso a las clases y la imposibilidad de justificar la necesidad de las leyes que se sigue de la adopción del convencionalismo son modos de comprender conjuntamente el mundo y la ciencia de acuerdo con una visión pre-crítica, esto es, pre-kantiana. Este modo de comprensión es aceptable sólo para una visión que asume una “clausura intelectual” que, tal como afirma Torretti (2008, p. 87), ya no puede defenderse seriamente.

Como se ha señalado, la pregunta por *de qué objetos consta el mundo* sólo tiene sentido dentro de una descripción determinada. Esto significa que los esquemas conceptuales juegan un papel esencial en la constitución de objetos. A pesar de la afirmación de la existencia de la realidad independiente del sujeto, o realidad nouménica, una ontología sólo surge a partir de la síntesis entre esta realidad y esquema conceptual. En este contexto, ‘objetividad’ no significa independencia del sujeto cognoscente, sino resultado de dicha síntesis. Es este el sentido en que debe comprenderse, de acuerdo con el pluralismo, la objetividad de las clases naturales y, por lo tanto, el fundamento de la necesidad de las leyes científicas.

A la pluralidad de ontologías, cada una de ellas con sus propias leyes y clases naturales, debe agregarse la complicación que introduce la multiplicidad de modelos propia de la práctica científica. Como fue señalado en el Capítulo II, los modelos en ciencias empíricas actúan como mediadores entre teoría y realidad. Además, no existe *el* modelo de un sistema real dado, sino una multiplicidad de modelos, y la elección del modelo no viene dada por la realidad, sino que depende de los intereses de los científicos en cada caso particular. Estas afirmaciones pueden llevar a suponer que los modelos cumplen un papel constitutivo de las propias ontologías a las cuales las teorías –indirectamente– refieren. Sin embargo, considero que es necesario señalar una distinción básica entre esquema conceptual y modelo:

- un esquema conceptual es un sistema de categorías y conceptos básicos que establece la estructura más fundamental de la ontología, la cual surge de la síntesis de dicho esquema y la realidad nouménica;
- un modelo es un objeto abstracto, conceptualmente construido a partir de aproximaciones e idealizaciones respecto de un sistema real.

Esto significa que el modelo se construye sobre la base de una ontología constituida previamente –desde un punto de vista lógico, no temporal o genético– por el esquema conceptual. Esta prioridad del momento ontológico frente al momento de la construcción del modelo es lo que permite que puedan construirse diversos modelos en el marco del mismo esquema conceptual, e incluso en el mismo marco teórico. Por ejemplo, el contenido de un recipiente puede modelizarse como un conjunto de partículas puntuales que sólo chocan con las paredes del recipiente, o como pequeñas esferas macizas que interactúan de acuerdo con las leyes del choque elástico: si bien se trata de modelos diferentes, ambos se construyen sobre un mismo dominio ontológico –constituido por un mismo esquema conceptual–. Estos dos modelos diferentes pueden, incluso, ser tratados mediante una misma teoría o mediante teorías diferentes como, por ejemplo, la mecánica estadística de Gibbs y la mecánica estadística de Boltzmann, que efectúan afirmaciones diferentes acerca de la misma ontología. Sin embargo, si el contenido del recipiente se modeliza como un gas termodinámico, caracterizado por su volumen, presión y temperatura, no sólo estamos utilizando un tercer modelo, distinto de los anteriores, sino que este nuevo modelo se construye sobre una ontología completamente diferente de aquella sobre la cual fueron construidos los dos modelos mecánicos. Por lo tanto, deben distinguirse claramente tres formas de cambio científico:

- el cambio de modelo dentro de un mismo marco teórico (por ejemplo, al pasar del modelo de partícula puntual al modelo de cuerpo rígido para describir, mediante la mecánica clásica, la trayectoria de una pelota que termina en gol olímpico en un partido de fútbol). Este es un modo de operar cotidiano en la práctica científica, que responde a los objetivos específicos de la aplicación particular que se lleva a cabo.

- el cambio teórico (por ejemplo, al pasar de las leyes de la mecánica clásica a las ecuaciones de Lorenz para describir los resultados del experimento de Michelson-Morley). Esta es la estrategia “conservadora” frente a resultados empíricos incompatibles con las predicciones de la teoría vigente.
- el cambio de esquema conceptual y, por tanto, de ontología (por ejemplo, al pasar del mundo newtoniano al mundo de la relatividad especial, con el consecuente cambio de teoría, también para describir los resultados del experimento de Michelson-Morley). Esta es la estrategia revolucionaria frente a resultados empíricos negativos, la cual involucra, obviamente, también un cambio respecto del marco teórico.

Concluyendo, las clases entendidas de acuerdo con el esencialismo y la necesidad de las leyes vinculada con tal posición, así como la imposibilidad de acceso a las clases y la imposibilidad de justificar la necesidad de las leyes que se sigue de la adopción del convencionalismo, son modos de comprender conjuntamente el mundo y la ciencia de acuerdo con una visión externalista pre-crítica, esto es, pre-kantiana. Por el contrario, cuando se advierte que diferentes teorías y diferentes disciplinas son aceptadas en el mismo momento histórico en el contexto de un paradigma, podemos admitir que las diferentes ontologías pueden coexistir, con sus propios mundos de clases, dado que cada una de ellas es constituida por su correspondiente esquema conceptual. Dado que la perspectiva privilegiada del Ojo de Dios no existe, no hay un único mundo verdadero: todas las ontologías tienen el mismo estatus si todas ellas son constituidas por descripciones igualmente *objetivas*.

Una seria consideración del desarrollo de la ciencia actual sugiere que es mucho más fértil filosóficamente admitir la posibilidad de esquemas conceptuales múltiples e irreducibles entre sí, lo que conforma el corazón del pluralismo ontológico. La adopción de la perspectiva pluralista inspirada en la filosofía de Kant permite abandonar la dicotomía planteada por las posiciones extremas respecto de las clases y las leyes de modo superador.

VI.4 Cuántica y relatividad: incompatibilidad entre teorías "fundamentales"

En las discusiones entre realistas y antirrealistas, el cambio teórico es caracterizado como un fenómeno de sucesión por reemplazo de teorías; en contra de esta imagen, he señalado que la historia de la ciencia suele mostrar casos de "bifurcación" teórica. Como ya se ha indicado en el Capítulo IV, un ejemplo paradigmático de esta situación es el que conduce a la coexistencia entre mecánica cuántica y relatividad general. Este caso ejemplifica el caso de convivencia teórica de dos teorías incompatibles, consideradas ambas fundamentales. Desde una perspectiva realista no pluralista, estas dos teorías son incompatibles en el sentido de que involucran afirmaciones que no pueden ser a la vez verdaderas respecto *de un mismo dominio*.

Desde una perspectiva realista, mecánica cuántica y relatividad general son teorías no sólo diferentes, sino incompatibles en un sentido profundo, en la medida en que incorporan conceptos completamente irreductibles. Los principales motivos de la incompatibilidad entre ambas teorías pueden agruparse en tres grandes grupos, que se refieren a los siguientes tres cuestiones: el problema del determinismo, el problema del concepto de tiempo, y el problema de la localidad.

Una diferencia esencial entre mecánica cuántica y relatividad general radica en una idea ampliamente aceptada según la cual la mecánica cuántica es probabilística mientras la relatividad general es determinista. Para comprender esta profunda diferencia es necesario, en primer lugar, caracterizar brevemente qué se entiende, en este contexto, por determinismo, sin detenernos en las discusiones filosóficas que conllevaría un exhaustivo análisis de esta noción. La idea básica subyacente a cualquier tesis determinista es que el futuro no está abierto a la posibilidad: el presente fija unívocamente el devenir futuro (James 1897 [1956]). La idea que está a la base de toda tesis determinista apunta a la sucesión temporal unívoca de eventos, esto es, a un aspecto dinámico de la realidad. Desde un punto de vista ontológico, un sistema es determinista si, dadas sus propiedades en un instante, quedan fijadas sus propiedades en todo tiempo posterior. Esta caracterización *ontológica* de determinismo se expresa en una acepción *semántica*, según la cual el predicado 'determinista' se aplica a ecuaciones dinámicas: se afirma que una ecuación

dinámica es determinista si, dado el valor de las variables dependientes en un determinado instante, fija unívocamente el valor de esas variables en cualquier instante posterior. Puesto que, en física, la evolución temporal de un sistema se representa por medio de ecuaciones diferenciales que rigen el modo en que ciertas magnitudes varían con el tiempo, el problema del determinismo suele abordarse mediante el análisis de tales ecuaciones diferenciales, a fin de determinar si poseen solución única para cualquier instante futuro, a partir de las condiciones iniciales. No obstante, como veremos, la mecánica cuántica obliga a revisar tal enfoque.

A partir del siglo XVII, la noción de determinismo halla su fundamento teórico en la mecánica clásica. La ley dinámica de la mecánica clásica es la segunda ley de Newton, que nos dice que la fuerza ejercida sobre un cuerpo es igual al producto entre su masa y su aceleración. De este modo, el conocimiento de la masa del cuerpo y de la fuerza que actúa sobre él, ofrece la posibilidad de calcular el movimiento del cuerpo a partir de su estado inicial. Teniendo, entonces, el estado en un instante, se tiene el estado en todo instante. Curiosamente, la mecánica cuántica no se diferencia de la clásica en este sentido. Tal como en el caso de la mecánica clásica, la mecánica cuántica también posee una ley dinámica que describe la evolución de los estados de un sistema a través del tiempo. En este caso es la ecuación de Schrödinger la que rige la evolución temporal de los estados. Esta ecuación dinámica puede expresarse mediante un operador de evolución U_t , donde el subíndice t indica que es función del tiempo. Por lo tanto, el estado $|\Psi(t)\rangle$ en cualquier instante t se obtiene a partir del estado inicial $|\Psi(0)\rangle$ en $t = 0$ del siguiente modo:

$$|\Psi(t)\rangle = U_t |\Psi(0)\rangle$$

El operador U_t es *unitario*, esto es, posee inversa $U_t^{-1} = U_{-t}$, tal que $U_t U_t^{-1} = U_t^{-1} U_t = I$, y conserva el módulo de los vectores sobre los que actúa, $\|U_t |\varphi\rangle\| = \|\varphi\rangle\|$. Esta formulación evidencia que, dado el estado de un sistema cuántico en el instante $t = 0$, la ecuación de Schrödinger fija unívocamente el estado de dicho sistema en cualquier instante posterior t . En otras palabras, en tanto ecuación, la ecuación de Schrödinger es semánticamente determinista, pues posee solución única para cualquier instante futuro, a partir del estado

inicial. Por lo tanto, si se asume que el determinismo semántico es la manifestación de un determinismo ontológico, deberíamos concluir que la mecánica cuántica es tan determinista como la clásica. En efecto, Nagel (1961), entre otros, se basa en esta característica de la ecuación de Schrödinger para afirmar que el universo entero, concebido como un sistema cuántico aislado, evoluciona de un modo determinista. Sostiene que la mecánica cuántica es determinista en el mismo sentido en que lo es mecánica clásica, puesto las leyes dinámicas de ambas teorías establecen la sucesión unívoca entre estados a través del tiempo.

Ahora bien, a pesar del carácter semánticamente determinista de la ecuación de Schrödinger, se considera que la mecánica cuántica es una teoría indeterminista. Para comprender esta postura, es necesario remitirse al significado del estado cuántico: ¿a qué refiere el vector de estado $|\Psi\rangle$? Cuando Erwin Schrödinger, uno de los padres fundadores de la teoría, formuló su mecánica ondulatoria, creyó que con ello los fenómenos cuánticos podían describirse de un modo análogo a los casos de vibración de cuerdas (*cf.* Jammer 1974, pp. 24-33). Pero esta interpretación se desvaneció cuando, en su encuentro con Niels Bohr en Copenhague, el análisis de la teoría puso de manifiesto que no podía tratarse de ondas en el espacio físico, que habitan el espacio físico tridimensional: en cuántica, por el contrario, cada partícula requiere para su descripción sus propias tres dimensiones, de modo tal que un sistema de n partículas debe ser descrito mediante una "onda" en un espacio $3n$ -dimensional. En la actualidad, el formalismo standard pone claramente de manifiesto que el vector de estado no representa una onda en el espacio físico sino que es un vector en un espacio de Hilbert; por lo tanto, la sucesión temporal unívoca entre los vectores de estado no asegura la ausencia de bifurcaciones en la historia de un universo entendido como el conjunto de todos los eventos inscriptos en el espacio-tiempo.

Resulta más sencillo comprender la naturaleza de los estados cuánticos al compararlos con los estados clásicos. En mecánica clásica, dado un conjunto de partículas, es posible identificar ciertas propiedades del sistema, comúnmente llamadas 'observables'. Algunas de estas propiedades, como la masa, son constantes, mientras otras, por ejemplo, la posición, varían con el tiempo. El estado del sistema clásico en el instante t es el conjunto de las propiedades variables de las partículas en t . Especialmente relevantes son la posición

y el momento cinético de cada partícula, dado que a partir de ellas es posible obtener las restantes propiedades del sistema. Matemáticamente, cada estado del sistema queda representado por un punto en el espacio de las fases Γ asociado al sistema: para un sistema de N partículas, el espacio de las fases es un espacio euclídeo de $6N$ dimensiones, una por cada componente de la posición y una por cada componente del momento cinético. Cada observable A se asocia a una *función* f_A que hace corresponder a cada punto del espacio de las fases un número real ($f_A: \Gamma \rightarrow \mathbb{R}$), de modo tal que la función f_A fija el valor de todas las propiedades de las partículas en el instante considerado.

En mecánica cuántica, por el contrario, el estado del sistema se representa por medio de un vector en el espacio de Hilbert correspondiente al sistema, y a cada observable A se asocia un *operador* A en dicho espacio. Pero la diferencia más importante respecto del caso clásico radica en que *el vector de estado no determina el valor de los observables* en cada instante, sino que sólo permite asociar una *probabilidad* a cada uno de los valores posibles. Mientras en el caso clásico, entonces, el estado de un sistema en un instante t queda completamente definido por las propiedades de sus partículas componentes en t , el estado cuántico en el cual se encuentra un sistema en un instante t no determina unívocamente las propiedades de sus elementos en dicho instante, y esto es válido incluso en el caso de una única partícula. R. I. G. Hughes (1989) afirma que el estado clásico es *descriptivo* porque puede pensarse como una “lista” de las propiedades de los componentes del sistema, y es también *disposicional*, porque permite especificar la tendencia del sistema a comportarse de un cierto modo; pero el estado cuántico no tiene carácter descriptivo y sólo mantiene el aspecto *disposicional*: permite calcular la disposición del sistema a manifestar ciertos valores de sus observables a través de la medición, lo cual ha sido exitosamente confirmado por vía empírica. En definitiva, a pesar del carácter semánticamente determinista de la ecuación de Schrödinger, la mecánica cuántica es profundamente indeterminista ya que el estado cuántico ni siquiera permite fijar unívocamente las propiedades de un sistema en el instante presente y, por tanto, menos aun en todo instante futuro.

A diferencia del caso de la cuántica, se suele afirmar que la relatividad general es una teoría determinista. No obstante, esta afirmación exige ciertas calificaciones. En primer

lugar, la caracterización de determinismo introducida más arriba hace alusión al estado del sistema considerado. Pero, en relatividad general, el objeto de estudio es el universo como un todo. Por lo tanto, la cuestión del determinismo en este caso requiere incorporar la idea del estado del universo completo en un dado instante, y esto, a su vez, supone que puede hablarse de las propiedades del universo completo en un dado instante, es decir, las propiedades que se dan en un plano de simultaneidad del universo. El problema consiste en que, en un universo relativista, la simultaneidad no es absoluta sino relativa a cada sistema de referencia. La estructura espaciotemporal relativista exige modificar la caracterización de determinismo ontológico, reemplazando el concepto de instante por el de "tajada de tiempo" (*time slice*) y relativizando la noción de futuro: el universo es determinista si su estado en una feta de tiempo T_1 fija unívocamente los estados correspondientes al futuro de T_1 , para cualquier T_1 .

Sobre la base de esta caracterización de determinismo, ahora adecuada al caso de la relatividad general, puede decirse que, salvo para casos muy peculiares (ver el "*hole argument*" en Earman y Norton 1987), la relatividad general es determinista ya que las ecuaciones de campo de Einstein permiten reconstruir el universo a todo tiempo a partir de las propiedades geométricas de cualquier hipersuperficie tipo-espacio. No obstante, esta afirmación incluye la noción de "tiempo del universo", pero en relatividad general la existencia del tiempo del universo como un todo no puede asegurarse para cualquier universo relativista; por el contrario, el espacio-tiempo debe cumplir ciertas condiciones geométricas muy definidas para que tal tiempo pueda definirse.

Como es bien sabido, la relatividad general reemplaza la concepción de 'espacio a través del tiempo' por el concepto de espacio-tiempo donde el tiempo se convierte en una dimensión de una variedad cuatridimensional que se curva a gran escala como consecuencia de la presencia de masas. Por lo tanto, muchas topologías diferentes son consistentes con las ecuaciones de campo de Einstein. En particular, el espacio-tiempo puede curvarse a lo largo de la dimensión espacial de modo tal que sus secciones espaciales se conviertan en análogos tridimensionales de una cinta de Moebius; en términos técnicos, se dice que el espacio-tiempo es no temporalmente orientable. Esto implica que es posible

convertir un vector tipo-tiempo que apunta hacia el futuro en un vector tipo-tiempo que apunta hacia el pasado a través de una transformación continua; por lo tanto, la distinción entre semiconos pasados y futuros no puede establecerse a nivel global (*cf.* Castagnino y Lombardi 2004a, 2004b).

Pero aun si el espacio-tiempo es temporalmente orientable, puede poseer características tales que impiden particionar el conjunto de todos los eventos en clases de equivalencia tales que: (i) cada una de las clases sea una hipersuperficie tipo-espacio (*spacelike*), y (ii) las hipersuperficies puedan ser ordenadas temporalmente. Esto sucede cuando existen curvas temporales cerradas o, incluso sin ellas, cuando es imposible definir una función que asigne a cada evento un número, que representa el tiempo del evento, tal que el número asignado a e_1 sea inferior al asignado a e_2 cuando existe una señal causal propagable de e_1 a e_2 . En tales casos, no existe una partición global en hipersuperficies espaciales, cada una de las cuales contiene todos los eventos simultáneos entre sí (*cf.* Sklar 1974). Cuando dicha partición existe, se dice que el espacio-tiempo posee una *función tiempo global* (*cf.* Hawking y Ellis 1973): existe una función cuyo valor aumenta en el mismo sentido a lo largo de cualquier curva temporal. La existencia de tal función garantiza que el espacio-tiempo es particionable o foliable en hipersuperficies de simultaneidad ($t=const.$) que definen una *foliación* (*cf.* Schutz 1980).

Resulta claro que la existencia de tiempo global y, por tanto, la posibilidad de foliación impone restricciones topológicas significativas al espacio-tiempo. Pero sólo en estos casos puede hablarse de determinismo. Estas consideraciones nos conducen al segundo motivo de incompatibilidad entre mecánica cuántica y relatividad general: el concepto de tiempo de cada una de las dos teorías.

Según diversos autores, en particular físicos especialistas en gravedad cuántica –esto es, el ámbito teórico donde se aspira a unificar cuántica y relatividad general– (*cf.* Kuchař 1991, Isham 1993, Butterfield e Isham 1999), el principal escollo para una verdadera unificación teórica reside en la diferencia en los conceptos de tiempo involucrados en las dos teorías. La mecánica cuántica incorpora un concepto clásico de tiempo. En efecto, el tiempo de la mecánica cuántica es el mismo tiempo de la mecánica clásica: ambas teorías

son invariantes bajo en grupo de simetrías espacio-temporales de Galileo. El tiempo cuántico es un parámetro de evolución externo al sistema: el estado del sistema evoluciona en un tiempo independiente del propio sistema, el sistema modifica su estado *en el tiempo*.

En la teoría especial de la relatividad, las leyes físicas son invariantes en todo sistema de referencia inercial. Con la formulación de esta teoría aparece en escena el espacio-tiempo, una nueva entidad, denominada “espacio-tiempo de Minkowski”, dado que este autor formuló su representación matemática. Con esta noción, surgieron los resultados más anti-intuitivos de la teoría: la relatividad de los intervalos espaciales y temporales respecto del sistema de referencia considerado. Esta teoría relativiza ciertas magnitudes consideradas absolutas en teorías anteriores, e introduce nuevos absolutos, como la velocidad de la luz en el vacío. En relatividad especial, además, el grupo de simetrías espacio-temporales ya no es el de Galileo sino el de Poincaré, lo cual indica la profunda diferencia entre las teorías “galileanas” y las relativistas: en relatividad especial desaparecen espacio y tiempo como ítems independientes para venir a ser reemplazados por el espacio-tiempo, donde espacio y tiempo se encuentran inescindiblemente imbricados. No obstante, todavía podría correlacionarse el tiempo galileano de la mecánica cuántica con la dimensión temporal del espacio-tiempo plano de la relatividad especial para incorporarse, así, a la teoría cuántica de campos. Pero esto ya no es posible, de un modo genérico, en la relatividad general.

En la teoría general de la Relatividad, desaparecen los sistemas de referencia privilegiados, siendo las leyes invariantes en todo sistema de referencia. Pero el costo de este logro es que el espacio-tiempo adquiera la peculiaridad de curvarse ante la presencia de cuerpos con masa. En este marco conceptual, desaparece de escena la fuerza gravitatoria: los cuerpos ya no se mueven como consecuencia de su interacción gravitatoria con otros cuerpos, sino que se mueven siguiendo el camino más corto —la geodésica— sobre un espacio-tiempo curvo. Esta entidad, entonces, tiene la peculiar característica de deformarse a causa de los cuerpos con masa que lo ocupan. Este espacio-tiempo no es homogéneo ni isótropo, puesto que su curvatura varía en cada uno de sus puntos. El espacio-tiempo ejerce,

además, una particular acción sobre los cuerpos dado que estos modifican su estado de movimiento frente a la curvatura de aquel.

En definitiva, la relatividad general reemplaza la concepción de 'espacio a través del tiempo' por el concepto de espacio-tiempo donde el tiempo se convierte en una dimensión de una variedad cuatridimensional que se curva a gran escala como consecuencia de la presencia de masas. Por lo tanto, el concepto de tiempo como parámetro de evolución es totalmente ajeno a la relatividad general, donde el tiempo pasa a ser una dimensión del objeto espacio-temporal que es el universo como un todo. Además, es precisamente por la curvatura del espacio-tiempo que las ecuaciones de campo de Einstein pueden tener soluciones que representan espacio-tiempos con topologías completamente inconcebibles desde un punto de vista clásico. Como ya he señalado, hay modelos de la teoría general de la relatividad donde no es posible definir un tiempo global, es decir, no es posible particionar el conjunto de todos los eventos en clases de equivalencia tales que: (i) cada una de las clases sea una hipersuperficie espacial, y (ii) las hipersuperficies puedan ser ordenadas temporalmente (*cfr.* Castagnino, Lombardi y Lara 2003, Aiello, Castagnino y Lombardi 2008, Castagnino y Lombardi 2009). En estos casos, no es posible hablar de "el tiempo" del universo: solo existe el "tiempo propio" que mide el reloj solidario a cada uno de los objetos, pero no es posible hallar un tiempo que permita coordinar los relojes de todos los objetos del universo.

Finalmente, otro de los motivos que conducen a la incompatibilidad entre mecánica cuántica y relatividad general se funda en la no-separabilidad cuántica. En mecánica cuántica, sistemas no interactuantes y separados espacialmente pueden manifestar correlaciones entre los valores de sus observables; en este sentido, se dice que los sistemas cuánticos son no-separables: el resultado de una medición sobre un subsistema puede depender de las mediciones efectuadas sobre otro subsistema, esto es, existen correlaciones entre los valores que adoptan, en un mismo instante, los observables correspondientes a subsistemas espacialmente separados. Este es el resultado que se pone de manifiesto en el llamado experimento EPR (Einstein, Podolsky y Rosen 1935). Tradicionalmente, esta no-separabilidad cuántica ha sido interpretada como no-localidad: las correlaciones entre

sistemas espacialmente separados se explicarían por la propagación de señales a una velocidad superior a la velocidad de la luz, en abierta contradicción con las teorías de la relatividad según las cuales ninguna señal puede propagarse a mayor velocidad que la de la luz.

En la actualidad algunos autores comienzan a señalar la inadecuada asociación entre no-localidad y violación de la relatividad. En efecto, la mera correlación entre propiedades de sistemas espacialmente separados no permite enviar información entre ambos a una velocidad superior a la de la luz. John Earman (1986) señala que la no-localidad no implica la presencia de señales superluminarias, sino que requiere únicamente una dependencia semántica entre observables correspondientes a subsistemas diferentes. En definitiva, la no-localidad no implica acción a distancia: es lógicamente posible la existencia de correlaciones entre sistemas espacialmente separados sin la propagación de señales instantáneas. Pero si se extraen todas las implicaciones de la no-separabilidad así concebida, incluso la formulación original del problema que surge del experimento EPR se presenta bajo una nueva luz. El problema ya no consiste en explicar las correlaciones entre las propiedades de *dos* subsistemas espacialmente separados lo cual exigiría una comunicación instantánea entre ambos violando las teorías de la relatividad. Se trata simplemente de dar cuenta de las correlaciones entre las propiedades de un *único sistema irreductible*, que conserva su unicidad aun cuando se encuentra extendido en el espacio. Estas reflexiones ponen de manifiesto la importancia de diferenciar entre una violación de la localidad en sentido relativista –esto es, de la imposibilidad de señales superluminarias– y la no-separabilidad que implica el carácter *holista* de los sistemas cuánticos.

No obstante, la no-separabilidad así entendida no supera la incompatibilidad entre mecánica cuántica y relatividad general, ya que tal característica se encuentra totalmente refutada con un enfoque como el relativista, donde los objetos y los eventos se identifican por su posición espacio-temporal. El propio Einstein subrayaba esta incompatibilidad cuando, en una de sus cartas a Max Born, afirmaba: “Es una característica de los objetos físicos que sean pensados como dispuestos en el continuo espacio-temporal. Un aspecto esencial de tal disposición de los objetos de la física es que, en un cierto instante, posean existencia

independiente entre sí, dado que tales objetos se encuentran situados en diferentes partes del espacio. Salvo que se adopte este tipo de supuesto acerca de la independencia de la existencia de objetos espacialmente separados, el pensamiento físico en el sentido familiar no sería posible” (en Born 1969, p. 170). Es precisamente esta “independencia de la existencia de objetos espacialmente separados” lo que niega la no-separabilidad cuántica. Algunos autores (*cf.* Earman 1986, Loewer 1998) coinciden en afirmar que, a diferencia de lo que suele suponerse, no es el indeterminismo sino la no-separabilidad de la mecánica cuántica la razón por la cual Einstein consideraba la teoría fundamentalmente insatisfactoria.

Todas estas diferencias entre mecánica cuántica y relatividad general indican claramente la ruptura conceptual entre ambas teorías. No obstante, algunos de los realistas más tradicionales pueden intentar negar la propia incompatibilidad. Por ejemplo, Mario Bunge sostiene que “Estas dos teorías son compatibles entre sí, sobre todo cuando se las aplica a cosas diferentes, tales como átomos y campos gravitatorios” (Bunge 2011, p. 46). Como bien se sabe, dos afirmaciones son compatibles cuando pueden ser ambas verdaderas; por lo tanto, si dos afirmaciones no refieren a lo mismo, son trivialmente compatibles. No obstante, parece curioso que un realista considere que mecánica cuántica y relatividad general se aplican a ámbitos diferentes, pues esto equivale a suponer que, por ejemplo, la palabra ‘tiempo’ denota entidades diferentes en ambas teorías, lo cual significa que existe un tiempo para los átomos y un tiempo diferente para los campos gravitatorios, para delicias del antirrealismo relativista. Sin embargo, tampoco es cierto que las dos teorías no posean un dominio común: en el amplio campo de investigación teórica designado bajo el nombre general de “gravedad cuántica”, ambas teorías se aplican al mismo objeto, el universo.

La estrategia realista más coherente, como ya se ha indicado, consiste en admitir la incompatibilidad pero conservar la esperanza de una futura unificación: la coexistencia de teorías supuestamente “fundamentales”, incompatibles entre sí pero simultáneamente aceptadas por la comunidad científica, sería un fenómeno provisorio, puesto que tales teorías serán superadas por una nueva teoría unificadora. Pero, como señalamos en el

Capítulo II, esta esperanza no se encuentra fundada en lo que la ciencia *es*, sino en lo que los propios realistas creen que debe *ser*.

Frente a esta situación de coexistencia de teorías supuestamente fundamentales, el realismo pluralista permite adoptar una postura filosóficamente coherente y no reñida con la operar efectivo de la ciencia. En efecto, cuando se admite que el esquema conceptual supuesto por cada teoría constituye, al menos en parte, la ontología a la cual la teoría refiere, no hay inconveniente en sostener que tanto la propiedad *P* como la propiedad *Q*, que conducirían a incompatibilidad si se aplicaran al mismo objeto, son reales y objetivas en sus respectivas ontologías. Ya no necesitamos suspender el juicio hasta aquel día soñado en que ambas teorías serán superadas por una teoría unificadora. Al mismo tiempo, se disuelve la aparente incompatibilidad que consiste en adjudicar a un mismo sistema, simultáneamente y de un modo objetivo, aquellas dos propiedades: cuando hablamos del mismo sistema, nos referimos al mismo ítem identificado por los elementos compartidos por los esquemas conceptuales de las dos teorías; pero puesto que cada uno de tales esquemas constituye su propia ontología, no hay incompatibilidad alguna al adjudicar propiedades incompatibles a ontologías diferentes. En definitiva, el pluralismo ontológico nos permite reconocer las muy diversas ontologías científicas, liberándonos de la necesidad de descansar en esperanzas infundadas en la futura formulación de la teoría unificadora final.

VI.5 Física y química: individuos versus "stuff"

Así como la convivencia de teorías incompatibles presenta un problema inabordable para los realistas metafísicos que defienden la idea de que la ciencia tiende a la descripción objetiva de la realidad, otros casos científicos presentan problemas específicos para las posiciones neo-reduccionistas. En el presente apartado abordaré uno de tales casos, en particular, el que surge cuando se comparan el mundo físico y el mundo químico

Uno de los problemas que se debate actualmente en filosofía de la química, una disciplina que se encuentra en creciente desarrollo, es el de la ontología de la química, en particular, de la macro-química. En la bibliografía filosófica, la noción de sustancia

química suele asociarse a la noción de clase natural. Al análisis de las clases naturales en filosofía de la ciencia me he referido en el Capítulo II y en la Sección VI.3 del presente capítulo. Sin embargo, en dichos contextos las clases eran consideradas como lo son tradicionalmente en la filosofía de la ciencia, esto es, como clases de individuos. Esto se explica por la preponderancia de cierto tipo de ontología, la ontología de individuos-propiedades, imperante tanto en la filosofía occidental como en la física. Pero en el contexto de la química, las sustancias químicas son concebidas como *stuff* (*cfr.* Ruthenberg y van Brakel 2008). El término 'stuff' no será traducido aquí puesto que su traducción como 'cosas' o 'materia' ya introduciría ciertas connotaciones que se pretenden evitar. La intención es elucidar su sentido preciso, que se irá caracterizando en la presente sección.

Joachim Schummer (2008) considera la imagen, popular durante el siglo XIX, de acuerdo con la cual el mundo presenta un orden jerárquico. Este orden jerárquico es el que va desde las entidades del nivel más básico (partículas subatómicas) hacia los siguientes niveles compuestos, en cada caso, por átomos, moléculas, organismos biológicos entre los que cuentan los seres humanos y, eventualmente, sociedades. Estos niveles aparecen en el plano de la ciencia como niveles correspondientes a cada una de las disciplinas científicas, resultando en un orden jerárquico de las mismas que va desde la física de partículas, hacia las restantes disciplinas: la química, la biología, la psicología y la sociología. Independientemente de que esta imagen haya sido discutida y cuestionada, interesa en este contexto en la medida en que el reduccionismo en filosofía de la ciencia se ha nutrido particularmente de ella, dado que las caracterizaciones de la reducción, así como las de la emergencia y la superveniencia, se han desarrollado a medida que se ha intentado elucidar las posibles relaciones entre los distintos niveles existentes de acuerdo con dicha imagen. Dejaré de lado los cuestionamientos que ha sufrido dicha imagen, porque me interesa recuperar una intuición básica que subyace a ella, en palabras de Schummer, la idea de que "un esquema metafísico simple podría proveer de orden al mundo entero. Es más que probable que la imagen jerárquica sea atrayente aún en estos días por las mismas razones" (Schummer 2008, p. 3). Esta es la idea que he señalado que está presente, como un supuesto básico, en las concepciones reduccionistas que he expuesto y cuestionado en los Capítulos III y IV del presente trabajo.

De acuerdo con Schummer, un problema que pone en cuestión esta imagen jerárquica consiste en la ausencia de 'materia' o 'stuff' en la jerarquía ontológica tradicional, lo cual conduce a ignorar nuestro conocimiento acerca de *stuff*, como el que nos brinda la química. Esto se debe a que, en la historia de la filosofía, las nociones de materia y de forma fueron consideradas como excluyentes en la metafísica occidental. Schummer señala la profunda diferencia entre la ontología química y la ontología física precisamente en términos de la oposición entre materia y forma: mientras los ítems que habitan la ontología química pueden ser pensados de acuerdo con la *perspectiva de la materia* –de acuerdo con la cual la realidad es comprendida según una *metafísica de stuff*–, los ítems físicos se ajustan a la *perspectiva de la forma* –de acuerdo con la cual el mundo es comprendido según una *metafísica matematizable*–.

La perspectiva de la forma apela a las propiedades geométricas espaciales para describir los cuerpos. La perspectiva de la materia, por el contrario, se interesa en la composición de los cuerpos, en los materiales particulares de los cuales los cuerpos están compuestos. Según Schummer, la ontología de la materia encuentra sus orígenes en la antigua Grecia, cuando los filósofos presocráticos concebían el mundo como compuesto de ciertas sustancias elementales que darían unidad a la diversidad. Sin embargo, los dos mayores filósofos de la antigüedad clásica privaron a la materialidad de las sustancias del papel que le otorgaban sus antecesores presocráticos. En el *Timeo*, Platón desmaterializa el mundo al considerarlo como compuesto de figuras geométricas espaciales. A su vez, Aristóteles, si bien considera los individuos compuestos de materia y forma, convierte a la materia en el principio del cambio, de la generación y la corrupción. Durante la Edad Media, las connotaciones negativas de la materia adquieren mayor fuerza en el contexto del pensamiento del Cristianismo: la materia se asocia con el mal, la oscuridad, la fealdad y la falsedad. En particular, San Agustín concluye que la materia es esencialmente incomprensible y, por tanto, no puede ser objeto de conocimiento y queda excluida de la ciencia. Durante el Renacimiento, con su recuperación del platonismo, la perspectiva de la forma adquiere una posición dominante bajo la idea, de cuño galileano, de que Dios escribió la naturaleza en lenguaje matemático. Como consecuencia, la filosofía basada en la forma se convierte en la perspectiva filosófica principal desde el siglo XVII hasta nuestros

días: actualmente, es la perspectiva que prevalece tanto en filosofía como en la física contemporánea. En este derrotero histórico, la perspectiva de la materia quedó relegada y, con ella, la propia química no encontró un lugar para ser filosóficamente conceptualizada.

Una de las diferencias fundamentales entre la perspectiva de la materia y la perspectiva de la forma es que, de acuerdo con ambas tradiciones, las propiedades esenciales de lo real son claramente diferentes. En la metafísica de la forma, las propiedades esenciales de los cuerpos son propiedades geométricas intrínsecas, como el tamaño y la forma; son propiedades que siempre se manifiestan en un objeto, con independencia de las condiciones contextuales. Por el contrario, en la metafísica de la materia, las propiedades esenciales del mundo son disposiciones, esto es, propiedades que describen el comportamiento de un objeto bajo ciertas condiciones contextuales; el ejemplo típico de propiedad disposicional es la solubilidad en agua. El hecho de que la metafísica de la forma haya prevalecido en el pensamiento occidental hasta el siglo XX hace comprensibles los intentos de la filosofía analítica de reducir las propiedades disposicionales definiéndolas en términos de propiedades intrínsecas subyacentes; por ejemplo, la solubilidad de un cuerpo en agua se explicaría por la composición molecular del cuerpo. Esta diferencia en el tipo de propiedades esenciales consideradas en los dos casos conduce a distintas concepciones del cambio. En la metafísica de la forma, el cambio es concebido como movimiento en el espacio: este es el cambio del que se ocupa la mecánica en sus distintas manifestaciones desde los inicios de la Modernidad. En la metafísica de la materia, por el contrario, el cambio se manifiesta como reacción y transmutación; es este tipo de cambio el propio de la alquimia de la baja Edad Media y los inicios de la Modernidad, que luego dará origen a la propia química.

Schummer señala que las perspectivas de la materia y de la forma son complementarios, y deben combinarse para una mejor comprensión de la realidad: no se trata de principios opuestos y excluyentes, sino de diferentes perspectivas *epistémicas* respecto del mundo. Según el autor, las limitaciones de ambos enfoques aparecen cuando se los eleva a perspectiva absoluta, es decir, cuando se los convierte en principios metafísicos en términos de los cuales se sostiene que el mundo consiste exclusivamente de forma o

exclusivamente de materia, o que la forma o la materia son los rasgos esenciales, definitorios de lo real.

En efecto, ambas perspectivas presentan límites en el contexto de la química. La perspectiva de la forma se concentra en características estructurales de las moléculas, en particular, sus propiedades geométricas como ángulos y distancias. Sin embargo, este tipo de descripción presenta el problema de la reducción (ya tematizado en los Capítulos III y IV del presente trabajo), ya que brinda una información muy pobre acerca de las propiedades disposicionales macroscópicas de las sustancias. Por otra parte, si bien la perspectiva de la materia es el enfoque propio de la química en la predicción de propiedades disposicionales y la producción de nuevas sustancias, este punto de vista manifiesta sus limitaciones cuando se reduce el tamaño de las partículas de la misma sustancia química hasta la escala nanométrica, donde los materiales pueden manifestar propiedades muy diferentes de las que muestran en el nivel macroscópico.

Si bien la posición de Schummer es muy interesante y sugestiva, el problema de la ontología de la química puede enfrentarse desde una oposición diferente, la que se establece entre la ontología de *stuff* y la ontología de individuos, en el sentido de que *stuff* e individuo son las categorías ontológicas más básicas que estructuran el mundo en cada uno de los dos casos. La ontología de la química, modelada de acuerdo con Schummer conforme la metafísica de la materia, es una ontología de *stuff*, las sustancias químicas son diferentes *stuff*, mientras la ontología de la física, a diferencia de la visión de Schummer, es una ontología de individuos. Para comprender esta radical diferencia, comenzaremos por caracterizar que se entiende por categoría ontológica.

Como ya fue señalado en el Capítulo V, las categorías no son *taxa*, como 'perro' o 'mamífero', ni conceptos de clase, como 'azul' o 'redondo'. Tanto las *taxa* como los conceptos de clase clasifican individuos, mientras las categorías son anteriores a dichas clasificaciones. En tanto clasifican individuos, *taxa* y conceptos de clase presuponen la categoría de individuo, que es anterior a aquellos. Por lo tanto, las categorías son los elementos que tienen la función de estructurar la realidad y el lenguaje. Al cumplir esta función tan elemental, son las responsables tanto de cómo usamos el lenguaje como de qué

ítems pueblan la realidad. Son las categorías las que determinan qué tipos de elementos habitan la realidad; por ejemplo, en una ontología estructurada de acuerdo con la categoría de individuo, existen tales ítems, los cuales se agruparán conforme determinadas clasificaciones. Sobre esta base, entonces, el objetivo es caracterizar la categoría de *stuff*, por oposición a la más tradicional categoría de individuo.

En primer lugar, para que existan individuos debe existir un principio de individuación que distinga a cualquier individuo de cualquier otro; generalmente, el principio de individuación es —o involucra— la posición espacio-temporal. Además, los individuos poseen propiedades, de modo que los individuos pertenecen a una ontología de individuos y propiedades: se trata de una ontología que incorpora ambas categorías estructuradoras de la realidad. En la tradición filosófica occidental, las propiedades son o bien accidentales, que son aquellas que pueden cambiar en el tiempo puesto que el individuo puede poseer o no, o bien esenciales, que son las que el individuo necesariamente posee y que, en muchos casos, permiten que un dado individuo sea re-identificado a través del tiempo.

Un individuo es una entidad ‘completa’, en el sentido de que, en tanto individuo, es indivisible. Esto significa que o bien no puede ser dividida o bien, si puede serlo, de la división resultan individuos diferentes del individuo original. A su vez, el individuo obedece a la categoría kantiana de cantidad (unidad-pluralidad), de modo que los individuos o bien son uno (*cada* individuo), o bien son muchos, es decir, una pluralidad de individuos, agregados donde los individuos pueden ser contados. Cuando los individuos son agrupados de acuerdo con sus propiedades, esto es, cuando son clasificados, las agrupaciones resultantes son las *clases*, algunas de las cuales se presumen como “naturales” (véase la discusión en la Sección VI.3 del presente capítulo).

La ontología de individuos y propiedades es la que subyace a la mayoría de los lenguajes cotidianos, y también a la mayor parte de los sistemas lógicos. En efecto, la distinción lingüística entre sujeto y predicado expresa en el lenguaje la distinción ontológica entre individuo y propiedad; e incluso en el caso de enunciados relacionales, los predicados n-ádicos expresan propiedades relacionales entre individuos. En el caso de la

lógica de primer orden, los individuos vienen representados por las constantes de individuo y las propiedades por predicados; a su vez, los cuantificadores universal y existencial cuantifican sobre un dominio de individuos. E incluso en la teoría de conjuntos, los elementos que pertenecen a un conjunto son individuos que satisfacen la propiedad representada por el propio conjunto.

En definitiva, la categoría de individuo nos resulta bastante clara. La perspectiva de un mundo de individuos y propiedades es la visión dominante en el pensamiento filosófico tradicional de occidente. Esta ontología es la que ha modelado el mundo de la física hasta nuestros días, y que actualmente se manifiesta principalmente en la descripción de la realidad en términos de partículas elementales. Por su parte, la categoría de *stuff* no resulta tan clara ya que, como señala Schummer, no existe una fuerte tradición científica para ayudarnos a comprenderla. Probablemente a causa de no haber constituido la ontología imperante, es mucho más difícil de caracterizar. Por lo tanto, la estrategia para afrontar el desafío consistirá en caracterizarla por oposición a la categoría de individuo.

¿Qué se entiende por *stuff*, la categoría ontológica que corresponde a la sustancia química? Sin duda, al igual que en el caso de los individuos, debe existir un principio que distinga un *stuff* de otros; pero dicho principio nada tiene que ver con el espacio y el tiempo. En efecto, la distinción entre agua y cobre no se basa en posiciones espacio-temporales. Sin embargo, *porciones* de *stuff* existen en el espacio y en el tiempo: una porción de agua puede ubicarse espacio-temporalmente, por ejemplo, ahora en mi vaso.

A diferencia de lo que sucede con los individuos, una porción de *stuff* puede ser dividida en porciones del mismo *stuff*: una porción de agua puede dividirse en porciones de agua. Sin embargo, un *stuff* no es un mero agregado de sus porciones: el agua en tanto sustancia química no es el mero agregado de todas las porciones o muestras de agua que existen en el universo, y esto por dos motivos. En primer lugar, las propiedades esenciales de la sustancia química agua no dependen de que existan efectivamente muestras de agua, del mismo modo que la validez de la ley de inercia no depende del hecho de que efectivamente exista en el universo algún cuerpo sometido a una fuerza neta nula. En segundo lugar, las diferentes muestras de agua difieren de una manera suficientemente

relevante respecto de su composición de modo que no podrían asimilarse como para que su agregado definiera una única sustancia química. Como afirma Michael Weisberg (2005), el agua no es H_2O , en el sentido de que no puede pensarse como un agregado de moléculas o de porciones, correspondiente a lo que, desde las posturas de Putnam o Kripke, se ha considerado una clase natural.

Un *stuff* es al mismo tiempo uno y múltiple: por un lado es un único *stuff*, por ejemplo, una única sustancia química que constituye una unidad; pero a la vez es múltiple en la medida en que posee múltiples manifestaciones bajo la forma de porciones del mismo *stuff*. No obstante, los agregados de porciones de *stuff* no se comportan como las agrupaciones o clases de individuos. Por un lado, dado un agregado de porciones de *stuff*, tales porciones no pueden ser reidentificadas en el agregado: una vez que el agregado se ha formado, no puede decirse que esta es una de las porciones y aquella, la otra; por ejemplo, una vez que se han mezclado dos porciones de agua en un recipiente, no se las puede reidentificar en la mezcla. Por otro lado, y como consecuencia de lo anterior, dado un agregado de porciones de *stuff*, estas no pueden ser contadas en el agregado: el agregado de dos porciones de un cierto *stuff X* no equivale a “dos *X*”, sino a “más *X*”; si agrego una porción de agua a otra porción de agua, no tengo “dos aguas” ni puedo contar las dos porciones de agua en el agregado.

En el ámbito de la filosofía analítica del lenguaje, la distinción entre las categorías de *stuff* y de individuos aparece bajo una forma lingüística cuando se consideran los llamados ‘*términos de masa*’, en tanto opuestos a los ‘*términos contables*’: los términos de masa serían, precisamente, aquellos términos que refieren al tipo de ítem que aquí denominamos *stuff*, como es el caso de las sustancias químicas. Los términos de masa suelen definirse como aquellas expresiones que no admiten modificadores numéricos. En el contexto de la filosofía de la química, Jaap van Brakel (1986) discute el modo en que pueden ser identificados los referentes de los términos de masa. Hemos visto que el problema de la identificación de los referentes de los términos del lenguaje científico ha ocupado un lugar de relevancia en ciertos debates en filosofía de la ciencia. Esta preocupación semántica, a mi entender –y creo que ya he insistido suficientemente en este punto– presupone otras

cuestiones de carácter ontológico. También en este caso, el de la reflexión acerca de los referentes de los términos de masa, la cuestión que me interesa abordar constituye un problema filosófico que considero conceptualmente previo a la cuestión semántica de la identificación de los referentes de ciertos términos; se trata de un problema de naturaleza lógico-ontológica. Desde una perspectiva ontológica, el problema es *cuál es la ontología presupuesta por el uso de los términos de masa*. Este tipo de términos no identifican ítems pertenecientes a una clase en el sentido de que no ofrecen criterios de identidad para ellos ni criterios para contarlos en sus agregados. Los términos de masa no ofrecen una respuesta a la pregunta de qué son los miembros de una clase, puesto que no refieren a miembros de una clase. Los términos de masa se aplican tanto a un agregado como a las partes que constituyen tal agregado. Cabe también preguntarse si la ontología presupuesta por el uso de los términos de masa está relacionada con la ontología presupuesta por el uso de los términos contables y, si la respuesta es afirmativa, de qué modo se vinculan ambas ontologías. Desde una perspectiva lógica, la pregunta es *de qué modo utilizamos estos términos de masa y cómo hacemos inferencias con ellos*. El marco formal que subyace al uso de los términos de masa no es una lógica tradicional –sea esta la lógica estándar, o una lógica extendida o divergente–, sino una mereología, una “lógica” de parte-todo (Harré y Llored 2011).

Precisamente para enfatizar la diferencia entre las categorías de individuo y de *stuff*, Paul Teller (1998) nos relata las siguientes historias. Supongamos que el lunes pongo un dólar de plata en mi alcancía, y el martes pongo un segundo dólar de plata, cualitativamente idéntico al primero; el miércoles saco una de las monedas; en este caso tiene sentido preguntar: “¿Es este dólar que saqué el mismo que deposité ayer?”. Supongamos ahora que el lunes hago un depósito de un dólar en mi cuenta bancaria, y el martes hago un nuevo depósito de un dólar en la misma cuenta; el miércoles voy al banco para hacer una extracción de un dólar; ¿puedo pedir el dólar que deposité el martes? Obviamente, no. De este modo, Teller ilustra la diferencia entre una moneda, que es un individuo, y el dinero, que es *stuff*. Y agrega: “Hay sólo cantidades, o «montones» de *stuff*, que vienen en cantidades discretas, si bien en analogía con los dólares en una cuenta bancaria, sin este o aquel entre unidades con las mismas propiedades” (Teller 1998, p. 128).

Estas consideraciones ponen de manifiesto la profunda diferencia entre la categoría de individuo, propia de la física, y la categoría de *stuff*, propia de la química macroscópica. La cuestión es, entonces, cómo enfrentar tal diferencia, ya que el mismo dominio de la realidad no puede estar estructurado según ambas categorías: ¿qué hay dentro de mi vaso?, ¿una porción de una sustancia química, que responde a la categoría de *stuff*, o un conjunto de moléculas individuales, que en principio podrían ser contadas? El reduccionista, o el neo-reduccionista, intentará argumentar que la sustancia química no es más que el conjunto de las moléculas de las que nos habla la química molecular, del mismo modo en que Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann sostienen que un gas es una multiplicidad de partículas de acuerdo con una ley puente “de asociación de entidades (*cfr.* Capítulo IV del presente trabajo). Pero lo que tal estrategia pasa por alto es la enorme ruptura ontológica entre las dos categorías que se vinculan a través de la reducción: no se trata de obtener una clase a partir de individuos elementales, sino de pretender que surja un ítem perteneciente a una nueva categoría ontológica a partir de elementos que responden a otra categoría completamente diferente.

Tal vez conciente de esta ruptura, Schummer adopta una actitud extremadamente prudente cuando considera los dos enfoques, en su caso el enfoque de la materia y el de la forma, como perspectivas *epistémicas* complementarias, que deben combinarse para una mejor comprensión de lo real. De este modo, vacía de todo compromiso ontológico a su postura: no se trata de cómo es la realidad, sino de cómo la describimos. La argumentación de Schummer no se compromete con el modo en que el mundo es. Nos encontramos frente a un nuevo caso de agnosticismo ontológico, como el de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann: autores agnósticos que, sin embargo, caen fácilmente en el reduccionismo ontológico cuando se ven obligados a esclarecer el significado de los nexos interteóricos, a los cuales pretenden referirse al confinar sus discusiones exclusivamente al ámbito lingüístico-epistémico.

El pluralismo ontológico también rechaza, por supuesto, cualquier perspectiva que se pretenda absoluta respecto de cómo se caracterizan los ítems que pueblan la realidad. Pero avanza un paso más allá cuando impugna la idea misma de una única ontología

fundamental. El marco filosófico del realismo pluralista permite aceptar que una ontología de individuos, la de la física de partículas, convive con una ontología de *stuff*, la de la química macroscópica, ambas radicalmente diferentes, sin afirmar que esta se reduce a aquella, y sin necesidad de refugiarse en el plano meramente epistémico para evitar incompatibilidades. La visión de Lombardi y Pérez Ransanz, en la medida en que se inscribe en una perspectiva pluralista a la vez que kantiana, afirma que ambas ontologías son resultado de la síntesis entre esquema conceptual y realidad independiente: ninguna de ambas constituye la realidad en sí, ya que nuestro conocimiento nunca es el que obtendría Dios desde su mirada omnisciente. De este modo, el realismo pluralista permite explotar la riqueza ontológica que ofrece una multiplicidad de mundos, uno de ellos en el que imperan los individuos discretos y otro en que impera la materia continua. De acuerdo con esta perspectiva filosófica, la ontología de la química macroscópica, una ontología de *stuff*, no se reduce –ni tiene por qué hacerlo– a la ontología de la física de partículas, una ontología de individuos: su objetividad no reposa en sus relaciones con el mundo subyacente de la física, sino en el impresionante éxito empírico de la química, que actualmente la convierte en una disciplina científica que concentra muchísimos más recursos materiales y humanos que la física supuestamente “fundamental”.

VI.6 Conclusiones: las respuestas del pluralismo ontológico

En la Sección VI.1 del presente capítulo señalé que, de acuerdo con el pluralismo ontológico de raíz kantiana propuesto por Lombardi y Pérez Ransanz, pueden distinguirse dos modos en que la ciencia deviene históricamente. La consideración de estos dos tipos de cambio, el cambio de esquema conceptual y el cambio de teoría dentro de un mismo esquema, pone de manifiesto que, tal como fue señalado, el problema de la continuidad o ruptura referencial se disuelve. Frente a casos de simultaneidad entre teorías incompatibles, como es el caso de la coexistencia entre mecánica cuántica y relatividad general descrita en la Sección VI.4, el realista crítico se encuentra sin armas: sus compromisos filosóficos no le permiten tratar tal coexistencia más que como una situación provisoria que el avance de la ciencia se encargará de enmendar. De este modo, los realistas críticos niegan el

problema. Y esta negación se debe a que su meta consiste en explicar el devenir de una ciencia que, en su límite ideal, tiende a describir *el mundo tal cual es*. Su modelo de cambio científico, el modelo de sucesión por reemplazo, si bien simplista respecto de la historia efectiva de la ciencia, es el único que pueden advertir, en perfecta armonía con el supuesto filosófico de la unicidad ontológica de la realidad y la consecuente unicidad referencial del lenguaje científico. En el pensamiento del realista crítico, el lenguaje científico debe tender a un lenguaje único que se corresponda, en su estructura, con la estructura del mundo tal como es en sí mismo.

Admitir el problema, y abordar de modo crítico la situación de convivencia teórica de teorías incompatibles, exige pasar nuestros compromisos filosóficos por el tamiz de la crítica kantiana y reconocer el cambio profundo que ha representado esta filosofía, extrapolando sus enseñanzas al ámbito en el cual es pensada la ciencia actual. El lenguaje no refleja el mundo, no existe el vínculo especular que pretenden los realistas, no hay una relación uno-a-uno entre términos y objetos, tal como señalé en el Capítulo II del presente trabajo desde una perspectiva crítica. Dicha crítica se completa, de modo positivo, interpretando el lenguaje de acuerdo con un pluralismo ontológico de raíz kantiana, que permite entender que no existe un lenguaje único que se corresponde con un mundo único, porque cada lenguaje expresa un determinado esquema conceptual y este, en conjunción con la realidad independiente, constituye las múltiples ontologías que la ciencia describe, desplazando a aquel mundo único y definido, soñado por los realistas.

Por otra parte, en la Sección VI.2 de este capítulo he caracterizado el pluralismo ontológico en su versión sincrónica. Esta articulación y modificación del internalismo de Putnam ofrece una nueva comprensión de la ciencia, que permite dar cuenta del caso de simultaneidad teórica caracterizado en la Sección VI.4. Admitir el problema que desatiende el realismo crítico exige, entonces, también brindar una visión de la ciencia que permita pensar las relaciones entre teorías para los casos en los cuales el cambio diacrónico no es el protagonista.

Esta visión sincrónica, en tanto concepción anti-reduccionista de la ciencia, permite, asimismo, arrojar una nueva luz sobre las situaciones tradicionalmente conceptualizadas en

términos reductivos. En particular, en el presente capítulo he analizado un problema relativamente reciente en filosofía de la química, el problema de la peculiaridad de la ontología de la química macroscópica, tradicionalmente pensada, de acuerdo con una arraigada imagen jerárquica de las ciencias, siempre subsumida respecto –o subsidiaria– de la física fundamental. En la Sección VI.5 del presente capítulo he señalado el problema de la imposibilidad de identificar sin más la ontología de la química macroscópica –modelada según la perspectiva de una ontología de *stuff*– con la ontología de una física fundamental –modelada de acuerdo con la perspectiva de una ontología de individuos y propiedades–. La ruptura ontológica entre ambas ontologías en cuanto a sus categorías más básicas constituye un problema que las propuestas neo-reduccionistas, con sus supuestos implícitos, no pueden enfrentar. Las posiciones neo-reduccionistas niegan las profundas diferencias ontológicas entre los mundos descritos por teorías o disciplinas consideradas tradicionalmente solapadas en cuanto a los sistemas que describen. En el caso de los neo-reduccionistas, también son compromisos metafísicos los que impiden advertir esas diferencias profundas. Las leyes de identidad de entidades, que involucra la mismidad de referencial de los términos relacionados por medio de las leyes puente en la relación interteórica, responden a supuestos previos que, al propio tiempo que guían las especulaciones filosóficas de los neo-reduccionistas, ciegan su mirada hacia el problema de la existencia de dos ontologías radicalmente diferentes. Estos supuestos son los que abonan la tradicional visión jerárquica de la realidad que, a su vez, se corresponde con la tradicional jerarquía entre las disciplinas científicas, que coloca a la física en el lugar privilegiado y relega la química a un lugar secundario y meramente “fenomenológico”.

Como he señalado en la Sección VI.2, el pluralismo ontológico sincrónico, que no es reduccionista ni emergentista, permite que las distintas ontologías, constituidas por esquemas conceptuales diferentes presupuestos en diversas teorías o disciplinas, se vinculen entre sí por medio de nexos no reductivos, que no suponen prioridad ni dependencia ontológica. De este modo, se puede abordar la convivencia de ontologías estructuralmente distintas, que la visión tradicional se empeña en vincular reductivamente, sin advertir la ruptura ontológica que las separa y que hace imposible la reducción.

El realismo pluralista de raíz kantiana de Lombardi y Pérez Ransanz permite pensar seriamente el problema de la ontología de la química macroscópica, cuya objetividad no debe descansar en la posibilidad de reducción o en su emergencia respecto de una ontología supuestamente fundamental, sino en el impresionante éxito pragmático que la convierte en una disciplina fundamental en el contexto científico actual. El pluralismo ontológico se compromete con la idea de una realidad fenoménica no estratificada, donde ninguna ontología presenta preeminencia ni goza de privilegio metafísico alguno sobre otra. Recordemos que el pluralismo no considera que sea posible describir la realidad tal como es en sí misma, desde el Ojo de Dios, y ello no a causa de limitaciones epistémicas contingentes ni debido al estado actual de la ciencia, sino debido a una imposibilidad *en principio*. Esto se debe a que toda ontología es igualmente fenoménica. Una vez que se acepta esta perspectiva filosófica, la irreductibilidad de una ontología de *stuff* no representaría ningún problema, más allá del esfuerzo que conlleva pretender comprenderla y caracterizarla, inmersos como estamos en una tradición de pensamiento que siempre ha privilegiado las categorías lógico-ontológicas de individuo y propiedad. El pluralismo nos enseña, entonces, a adoptar una mirada que acepte el mundo diversificado en toda su riqueza ontológica, sin necesidad de tener una visión metafísica dominante que explique todo lo real, a partir de sus componentes últimos.

He señalado en la Sección VI.3, asimismo, que el pluralismo ontológico ofrece una mirada novedosa respecto del problema de las clases naturales. Si bien estas han sido tradicionalmente concebidas de acuerdo con una ontología de individuos y propiedades, el problema consiste en decidir cuál es su significado ontológico. El problema de las clases naturales tiene una larga historia en la filosofía, que ya se evidencia en la antigua cuestión del vínculo entre particulares y universales, y el problema de cuál de ambos, si los particulares o los universales, detentan *realidad* en sentido estricto. Según la tradición platónica, lo real en sentido estricto es el universal, según la tradición aristotélica, reales son primariamente los individuos. El nominalismo extrema esta última tradición, al afirmar que lo que verdaderamente hay son particulares agrupados de uno u otro modo. A pesar de sus diferencias, el supuesto que recorre a esencialistas y nominalistas es que hay entidades auto-identificantes, tal como he señalado en el Capítulo V. Esto significa que hay una

realidad definida con independencia de nuestro acto de conocer. Y es dicha realidad la que debe hallarse para lograr justificar las leyes científicas, en su verdad y universalidad.

El realismo pluralista ofrece, nuevamente, otra mirada sobre este antiquísimo problema filosófico, aplicando un marco kantiano que permite comprender individuos y clases como ítems constituidos según el esquema conceptual de que se trate. El pluralismo brinda una respuesta al problema de las clases sin incurrir en el esencialismo ni en el nominalismo, sino permitiendo superar la dicotomía por medio de un enfoque superador. En relación con ello permite ofrecer también una mirada superadora respecto de cómo se fundamentan las leyes científicas, sin caer, nuevamente, ni en esencialismos ni en convencionalismos o meros hábitos. Esta superación se comprende cabalmente sólo si se acepta una perspectiva kantiana de acuerdo con la cual las clases y las leyes de la naturaleza existen objetivamente: puede aceptarse que las clases no son meros agrupamientos convencionales sin referentes y las leyes no son meros compendios debidos al hábito, su objetividad se funda en un *a priori* constitutivo. Esta aceptación no conduce al esencialismo metafísico, al compromiso con esencias independientes de nuestros esquemas conceptuales, absolutas y definitivas, ya que el *a priori* no es absoluto sino relativo. La superación que propone el pluralismo exige abandonar definitivamente la perspectiva externalista que daba sustento tanto a esencialistas universalistas como a nominalistas convencionalistas.

En definitiva, muchos de los problemas filosóficos que no encuentran adecuada solución en el marco de las filosofías generales de la ciencia ni en el marco de las filosofías de las ciencias particulares se generan a partir de la pretensión totalizadora de la perspectiva externalista. El compromiso con una visión única, absoluta, la visión del Ojo de Dios, *va detrás* del éxito de la ciencia real, la que no parece poder ajustarse al orden jerárquico de una ciencia que se explicaría, en última instancia, por medio de una ciencia fundamental, o de una ciencia que tendería a una futura explicación única y acabada de una totalidad sin fisuras. Ambas posiciones, con sus resonancias, suponen que el mundo es una totalidad homogénea explicable y descriptible por medio de categorías también únicas. Pero esta perspectiva del Ojo de Dios queda rezagada respecto de situaciones de incompatibilidad

teórica, de imposibilidad reductiva y de coexistencia de ontologías diversas, en síntesis, de mundos que no se dejan explicar con categorías únicas. Cuestionar las pretensiones totalizadoras de la verdad científica ha conducido, en la historia de la filosofía de la ciencia, a la formulación de posiciones opuestas, donde no hay posibilidad de formular verdades siquiera parciales. Las grandes dicotomías, realismo-antirrealismo, reduccionismo-anti-reduccionismo, esencialismo-convencionalismo se configuran a partir de visiones de todo o nada. Pero en uno u otro caso, no se renuncia a la idea de que el mundo sea una totalidad en sí misma. La perspectiva pluralista supera las dicotomías de todo o nada sin renunciar al realismo; y es este modo de resistir a los extremos lo que le permite dar cuenta del éxito pragmático de la ciencia.

CONCLUSIONES FINALES

En el presente trabajo me he propuesto evaluar si el pluralismo ontológico de raíz kantiana constituye una superación respecto de los enfoques suministrados por el realismo crítico y por el neo-reduccionismo para abordar ciertas cuestiones tradicionales de la filosofía de la ciencia. A fin de efectuar esta evaluación, he señalado cuáles son las limitaciones de cada una de estas posiciones, enfatizando los problemas que ambos enfoques no pueden resolver o abordar siquiera, y he argumentado que el realismo pluralista ofrece solución a tales problemas.

El pluralismo ontológico formulado por Lombardi y Pérez Ransanz sostiene que los “objetos” de conocimiento son fenómenos en sentido kantiano, resultantes de la síntesis entre un esquema conceptual y los “insumos” provenientes de una realidad independiente. Esta posición se asume como realista porque otorga un papel esencial a ese factor indeterminado, independiente del sujeto cognoscente, que interviene en práctica científica en la contrastación de teorías. A esta noción kantiana de objeto, el pluralismo agrega la visión historicista de Putnam, de acuerdo con la cual no hay conceptos ni categorías absolutas, sino que existen esquemas conceptuales alternativos, que no tienen por qué convergir o reducirse a un esquema único. Esto abre la posibilidad de una visión genuinamente pluralista, de acuerdo con la cual hay una diversidad de mundos, de ontologías fenoménicas a las que la ciencia refiere y que son inconmensurables en un sentido fuerte. Esta posición, inspirada en el internalismo de Putnam, se distancia de la formulación de este filósofo al adoptar una concepción de la verdad como adecuación entre lenguaje y ontología constituida, y al caracterizar de un modo más adecuado la noción de esquema conceptual, no confundiéndolo con la noción de teoría, sobre la base de una correcta distinción entre categorías y conceptos de clase.

El primero de los propósitos del presente trabajo consistió en analizar críticamente la posición de los filósofos autodenominados *realistas críticos*, a quienes enmarqué dentro del ámbito que denominé *filosofía general de la ciencia*, señalando los que considero sus aportes interesantes y enfatizando sus limitaciones. Los argumentos desarrollados por la

visión realista crítica, delineada en las propuestas de Psillos y Niiniluoto, suelen basarse en el análisis del lenguaje científico para defender la idea de que existe continuidad referencial a pesar del cambio teórico, y brindar así apoyo a la tesis según la cual la ciencia se encamina hacia la correcta descripción del mundo *tal cual es*. He argumentado que esta posición presenta la virtud de abordar problemas que considero eminentemente *ontológicos*: problemas que recuperan tanto la preocupación por el mundo o la realidad que la ciencia busca describir y explicar, así como la cuestión del vínculo entre el lenguaje y el mundo. Sin embargo, a los efectos de la estrategia del presente trabajo, me he detenido en las dificultades de este enfoque.

He cuestionado el realismo crítico señalando que su defensa del realismo mediante argumentos que apelan a la continuidad referencial se monta sobre un modelo de cambio teórico ingenuo y simplificado, que en nada se ajusta al modo en que la ciencia se ha desarrollado en la historia. La concepción del cambio teórico como sucesión por reemplazo, latente en este tipo de realismo con miras a defender una cierta idea de progreso científico, se muestra poco fecunda para pensar la ciencia real, en la medida en que está reñida con ella. A fin de argumentar en este sentido, he acudido a casos de bifurcación teórica que muestran que no siempre la ciencia progresa por medio de subsumir teorías superadas en teorías “mejores”. Por otra parte, la noción misma del abandono de teorías ha sido cuestionada a través de la consideración de casos de teorías pretendidamente superadas, las cuales, sin embargo, continúan totalmente vigentes. La atención puesta en este tipo de casos obliga a reformular radicalmente la pregunta por la continuidad referencial a través del cambio teórico.

He señalado que ciertos supuestos metafísicos se encuentran en la adopción no crítica de una distinción absoluta entre un lenguaje teórico y un lenguaje observacional, así como en la herencia de cierto esencialismo involucrado en la concepción realista respecto de las clases naturales. Una vez que se ha analizado detalladamente la cuestión de los términos teóricos y términos de clases naturales tal como intervienen en las propuestas de Psillos y Niiniluoto, se puede concluir que la exigencia de continuidad referencial se debe, en primer lugar, al supuesto de que la referencia depende de lo que las cosas sean en sí mismas y, en

segundo lugar, al supuesto de la unicidad referencial, esto es, la creencia en que hay referencia sólo si esta es única incluso a través de contextos teóricos diferentes. Asociado con esta creencia, el análisis de las posiciones realistas críticas revela otro supuesto: la concepción atomística del lenguaje, que se halla en conflicto con una comprensión adecuada respecto del modo en que la ciencia refiere por la mediación de modelos. Si se advierte que las teorías refieren, en la práctica efectiva de la ciencia, a sus modelos y que los modelos no poseen una relación “especular” con la realidad, el supuesto de una relación biunívoca entre signos lingüísticos y entidades reales pierde toda plausibilidad.

Por último, una concepción realista de la ciencia como la defendida por Psillos y Niiniluoto desatiende casos de simultaneidad teórica entre teorías fundamentales que, desde la perspectiva del realismo metafísico, serían incompatibles entre sí. Este es el caso de la relación entre mecánica cuántica y relatividad general, teorías que resultarían incompatibles en distintos sentidos. El hecho de que los realistas críticos no presten atención a casos como este no sorprende. A partir de lo desarrollado en este trabajo se puede concluir que, en el ámbito configurado por las relaciones que entre sí establecen teorías incompatibles en cuanto a sus conceptos fundamentales, carece de interés la discusión respecto de la referencia de los términos científicos. Del único modo que podrían los realistas críticos abordar este vínculo interteórico es apelando a la posibilidad de una futura unificación teórica. Esta posibilidad, se ha argumentado, no se respalda sino en una esperanza infundada. La mayor limitación, entonces, del realismo crítico consiste en que *olvida la ciencia*: sus propuestas no atienden a la ciencia real, sino a una ciencia idealizada que funciona de acuerdo con los supuestos metafísicos que los propios realistas sostienen.

El pluralismo ontológico de raíz kantiana representa una superación del realismo crítico al ofrecer una visión del desarrollo de la ciencia no ingenua ni simplificada. De acuerdo con esta posición, hay dos tipos de cambio teórico: el que se da por medio de la introducción de modificaciones en las teorías dentro del marco de un mismo esquema conceptual, o el que modifica al menos parte del esquema conceptual, lo que conlleva una ruptura ontológica. En el primer tipo de cambio, puede haber continuidad referencial de ciertos términos. Pero en el cambio que introduce modificaciones en el esquema

conceptual, no tiene sentido preguntarse por la continuidad referencial: la discontinuidad se hace evidente a causa de la modificación experimentada en el lenguaje que expresa el esquema conceptual parcialmente nuevo. La consideraron de la continuidad o la ruptura referencial no ofrece, en el contexto de este tipo de cambios en ciencia, pruebas contundentes en favor de concepción metafísica alguna.

Respecto del esencialismo, subyacente en la concepción del realismo crítico acerca de las clases naturales, el pluralismo ofrece también una visión superadora al aceptar la posibilidad de la existencia de leyes de la naturaleza que no son meros compendios de experiencias y clases naturales que no son meros agrupamientos convencionales sin referentes en el mundo. El papel activo del sujeto en el conocimiento fundamenta el hecho de que las clases naturales a las que refieren las leyes científicas resulten de la síntesis entre realidad nouménica y esquema conceptual. A su vez, la posibilidad de esquemas conceptuales múltiples abre la posibilidad de leyes diferentes pero no reducibles y de clasificaciones múltiples y transversales, todas ellas igualmente naturales y objetivas, aunque no esenciales. Finalmente, el pluralismo ontológico brinda un marco filosófico adecuado para comprender y aceptar la coexistencia de teorías incompatibles, como muestra el caso de la convivencia entre mecánica cuántica y relatividad general, en la medida en que no exige una búsqueda de unificación, sino que se explota la riqueza que la variedad ontológica evidencia a partir de la consideración de este caso.

En este trabajo me he propuesto también analizar críticamente el modo en que los vínculos interteóricos son abordados por las propuestas *neo-reduccionistas*, enmarcadas en el ámbito de las que he denominado *filosofías de las ciencias particulares*. Los neo-reduccionistas recuperan diferentes aspectos de la concepción tradicional nageliana de la reducción interteórica. Sostiene Needham que este modelo clásico permite identificar correctamente la teoría reductora y que es aplicable a condición de debilitar la exigencia de comprender la reducción como deducción, ampliando el modelo por medio de la introducción de la noción de razonamiento aproximativo. Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann, por su parte, afirman que el modelo nageliano brinda un análisis correcto para pensar las relaciones interteóricas, pero sostienen que es necesario modificar el modelo

clásico, dando lugar al modelo generalizado de reducción de Nagel-Schaffner. La virtud principal de este enfoque consiste en que aborda problemas filosóficos involucrados en las distintas disciplinas y teorías científicas en sus especificidades. De esta manera, resuelve el “olvido de la ciencia” en el que incurría el realismo crítico; resulta una mirada más atractiva porque introduce interesantes referencias a teorías y disciplinas científicas, así como ejemplos concretos provenientes de la práctica científica.

El problema fundamental de esta posición es que incurre en el *olvido de la filosofía*, ya que se resiste a enfrentar las cuestiones ontológicas que emergen de la consideración de los problemas específicos que abordan. La simultaneidad entre teorías incompatibles representaba un problema para la concepción realista crítica respecto de la ciencia. Pero esta situación, junto con la situación de coexistencia simultánea de teorías diferentes y de simultaneidad entre disciplinas diferentes ofrece también problemas a las concepciones neo-reduccionistas.

Los neo-reduccionistas dirigen su atención exclusivamente a los casos de relación interteórica tradicionalmente conceptualizados como casos de reducción, como la relación entre termodinámica y mecánica estadística o la relación entre química y física. Por ello, no se ocupan siquiera del problema de la simultaneidad entre mecánica cuántica y relatividad general. He argumentado que esto se debe a que mecánica cuántica y relatividad general son teorías consideradas “fundamentales” en estos enfoques. Siempre que se intenta establecer una relación entre dos teorías, se lo hace desde una perspectiva reductiva, y se las interpreta como poseedoras de distinto estatuto científico: la teoría reductora es fundamental o más básica que la reducida, que constituye una teoría fenomenológica. He argumentado que la calificación de “fundamental” aplicada a ciertas teorías involucra una fuerte carga metafísica: es un supuesto que no se impone a partir de un punto de vista lógico ni a partir de una perspectiva de escala. Los esfuerzos teóricos se dirigen, en el caso de la convivencia entre cuántica y relatividad general, a la búsqueda de una teoría aun *más fundamental* que permita subsumir las dos teorías incompatibles. En este sentido, el enfoque neo-reduccionista y el realista crítico comparten implícitamente la esperanza en que la investigación en física *fundamental* desemboque en una gran teoría de campo

unificado, o en la teoría de cuerdas final, o en alguna otra alternativa que disolverá, finalmente, la incompatibilidad.

El segundo caso trabajado, el de la simultaneidad entre teorías diferentes —por ejemplo en el caso paradigmático de relación entre termodinámica y mecánica estadística—, evidencia que opera el supuesto de una imagen jerárquica de las teorías científicas. Los supuestos reduccionistas que irrumpen aquí muestran que estos supuestos se encuentran a la base de las consideraciones de los casos específicos y resultan enmascarados cuando se pretende considerar la tesis del reduccionismo desde una perspectiva meramente interteórica, despojada de implicaciones ontológicas. Por último, la situación de convivencia entre disciplinas distintas suele ser abordado en el caso de la evaluación de la posibilidad de reducción de la química molecular a la mecánica cuántica. He argumentado que, mientras la reducción interteórica en este caso particular es considerada un vínculo inalcanzable, se presupone, sin embargo, un reduccionismo ontológico que priva a la química de un dominio ontológico propio, considerando que los referentes de los términos de la química son, en última instancia, entidades físicas.

Las estrategias de Needham y de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann pretenden desatender las relaciones ontológicas involucradas en sus posiciones acerca de las relaciones interteóricas de reducción. En el caso de Needham, tal desatención se funda en la estrategia de la impugnación de sentido a la idea misma de reducción ontológica, sobre la base de la impugnación de sentido a la noción misma de *dependencia ontológica*, olvidando la venerable tradición que dicha noción posee en filosofía. Sin embargo, resulta interesante señalar que, cuando Needham abandona las discusiones sobre la forma lógica de las leyes puente y considera cuestiones propias de la práctica científica, sus afirmaciones se tornan más plausibles: sostiene que la reducción interteórica no implica la eliminación de *entidades* por el propio progreso de la ciencia. He argumentado que el paso siguiente sería admitir que no hay, entontes, una única entidad referida por los términos que se vinculan por medio de los nexos interteóricos. Por supuesto, Needham no da este paso y permanece en el ámbito seguro de las palabras y los conceptos, no ingresando en la discusión acerca de los correlatos ontológicos de aquellos. Mi argumentación permite concluir que esta

posición, a pesar del gran avance que implica atender a casos concretos de teorías científicas reales, cae en el olvido de la filosofía al rechazar toda discusión que implique tomar posición respecto del mundo del que nos habla ciencia.

Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann desatienden el problema de las relaciones entre ontologías involucrado en la consideración de las relaciones interteóricas sobre la base de otra estrategia, la estrategia del agnosticismo ontológico: la idea de que el rescate de la noción nageliana de reducción para su aplicación a casos de relaciones interteóricas no se vincula con ningún tipo de compromiso en el plano ontológico. He argumentado que esta “neutralidad” ontológica podría representar una ventaja respecto del planteo de Needham, dado que el modelo generalizado de reducción Nagel-Schaffner reivindicado por estos autores y su aplicabilidad a la ciencia serían independientes de que se considere que hay una ontología única o múltiples ontologías, que las ontologías pueden ser consideradas reales, objetivas, independientes de la mente o constituidas subjetivamente, o cualquier otra variante metafísica deseada. Sin embargo, el análisis atento de la propuesta de los autores evidencia que su posición no es tan “neutral” como podría suponerse. Por ejemplo, el análisis de la naturaleza de las leyes puente en la propuesta de Dizadji-Bahmani, Frigg y Hartmann pone de relieve la aceptación de una ontología de entidades y propiedades. La distinción entre entidades y propiedades, que no resulta forzosa desde una perspectiva lógica, responde a un claro compromiso ontológico respecto de la estructura ontológica de lo real (una ontología de individuos y propiedades) y respecto de qué ítems pertenecen a cada una de estas categorías ontológicas. También se hace evidente la no neutralidad ontológica al considerar las razones por las cuales las leyes de asociación de entidades son consideradas internas a la teoría reductora, mientras las leyes de asociación de propiedades son externas a dicha teoría. En definitiva, a pesar de la invitación a atender exclusivamente a cuestiones lingüísticas y desatender cuestiones ontológicas, la aceptación de la co-referencialidad de los dominios de aplicación que se solapan en ciencia no responde sino a un fuerte compromiso ontológico.

Por último, he analizado el caso de la ontología de la química, comprendida como una ontología de *stuff*. En la medida en que la ontología de la química habla de diferentes

tipos de sustancias consideradas como *stuff*, no cabe pensar esta ontología conforme al modelo ontológico de una ontología de individuos-propiedades, como es tradicionalmente concebida la ontología de la física fundamental. Esta consideración ataca el núcleo de las posturas neo-reduccionistas, porque no deja lugar para afirmar la co-referencialidad en el caso de estas dos disciplinas. Tales posiciones no perciben el problema de las profundas diferencias ontológicas entre los mundos descritos por teorías o disciplinas consideradas tradicionalmente solapadas en cuanto a los sistemas que describen.

El pluralismo ontológico en su versión sincrónica, una posición no reduccionista ni emergentista, permite dar cuenta de los casos de simultaneidad ente teorías supuestamente incompatibles, entre teorías diferentes y entre disciplinas diferentes. Esta visión sincrónica brinda elementos para dar cuenta también del problema de la peculiaridad de la ontología de la química macroscópica tradicionalmente considerada, conforme a una arraigada imagen jerárquica de las ciencias, siempre subsidiaria de la física fundamental. De este modo, puede explotarse la riqueza ontológica de una realidad diversificada en múltiples ontologías, todas igualmente objetivas por ser todas igualmente fenoménicas, pero fundadas en esquemas conceptuales pragmáticamente exitosos. El pluralismo permite afirmar que estas ontologías diversas, constituidas por esquemas conceptuales diferentes, presupuestos en diversas teorías o disciplinas, se relacionan entre sí mediante nexos no reductivos, donde ninguna ontología goza de privilegio metafísico alguno sobre las restantes. El pluralismo ontológico considera que no es posible describir el mundo tal como es, pero no a causa de limitaciones epistémicas contingentes debidas al estado actual de la ciencia, sino que tal imposibilidad es *por principio*, ya que no es posible acceder a la realidad nouménica con independencia de un esquema conceptual.

El pluralismo ontológico nos enseña, entonces, a adoptar una mirada que acepte un mundo ontológicamente variado, sin necesidad de tener una visión metafísica dominante que explique todo lo real a partir de sus componentes últimos. Esto se logra mediante la extrapolación de las enseñanzas de la filosofía kantiana a la consideración de la ciencia actual. Permite abordar los cambios teóricos en ciencia de un modo radicalmente novedoso,

pensando no sólo el tradicional protagonista en las discusiones, el cambio diacrónico, sino también las relaciones interteóricas desde una perspectiva sincrónica.

Por otro lado, el realismo pluralista asume sus propios compromisos filosóficos. Y en este sentido representa una superación de las posiciones realistas críticas y neo-reduccionistas. A lo largo de este trabajo no he pretendido afirmar *a priori* que deba impugnarse todo intento de adoptar una imagen jerárquica de las ciencias, ni todo intento de reducción o de concebir el mundo del que nos habla la ciencia como un mundo estratificado. He argumentado, por el contrario, que estas pretensiones no vienen exigidas por la consideración de la ciencia real, en su práctica efectiva. La atenta consideración de casos concretos de teorías y disciplinas científicas ofrece una visión filosófica de la ciencia más aguda cuando esta mirada no se fuerza a ser ajustada a preconceptos metafísicos externalistas o a preconceptos reduccionistas. Las posiciones realistas externalistas y reduccionistas no fracasan, a mi entender, por pretender una ciencia que describa el mundo tal cual es, sino porque tales pretensiones se fundan en supuestos metafísicos que unas y otras no admiten adoptar. Los argumentos que tienden a mostrar que es adecuada una visión realista externalista, de acuerdo con la cual la ciencia va progresivamente describiendo el mundo tal cual es, así como los argumentos que pretenden defender que hay reducción porque hay teorías más básicas o fundamentales, no pueden, de ningún modo, dar estas cuestiones por sentadas. Y he argumentado que sus estrategias incurren en este defecto.

Por su parte, el pluralismo ontológico no se basa en supuestos implícitos sino que, por medio de la explícita adopción de la crítica kantiana, formula una propuesta coherente que resulta, además, atractiva para pensar la ciencia. Y presenta la peculiaridad de, además de explicitar sus compromisos filosóficos, atender a la praxis científica, en tanto que actividad profundamente humana. En este sentido es filosóficamente más honesta y fértil, porque es la ciencia real la que constituye aquello de lo que intenta dar cuenta el pluralismo ontológico. Por otra parte, considero más interesante la osada idea de que es posible asumir que habitamos un mundo diversificado desde una perspectiva nada menos que ontológica. Y el pluralismo logra aceptar esta idea sin renunciar al realismo.

Por medio de la referencia a dos modos distintos de abordar la ciencia, el que proviene del realismo crítico y el proveniente de propuestas neo-reduccionistas, he intentado mostrar a lo largo de este trabajo que existe un terreno común de reflexión filosófica en el que ambas posiciones confluyen, a pesar de sus diferencias. Las distintas perspectivas acerca de la ciencia quedan configuradas por los problemas que cada una de ellas aborda y explícitamente discute, así como por los problemas que, por diversas razones, cada uno de estos enfoques no conceptualiza. Tal terreno común, sin embargo, no se hace fácilmente visible. Pareciera que realistas críticos y neo-reduccionistas se dedican a *fragmentos* de la ciencia. La práctica real de la ciencia, su historia, los problemas metafísicos que aparecen involucrados en la ciencia, el lenguaje de la misma, los vínculos y las rupturas entre disciplinas distintas y entre diversas teorías, aparecen como *gajos* de un todo fisurado. Por otra parte, es cierto que el conocimiento científico aquí ha sido caracterizado como un *corpus* de conocimiento que en modo alguno puede ser considerado un todo homogéneo y consistente, ni tampoco un conjunto de verdades parciales tendiente hacia una verdad definitiva. Pero esto último no implica que sea necesario mutilar la ciencia para abordarla filosóficamente. Por el contrario, pretendo que este trabajo constituya una pequeña contribución en la búsqueda de una visión de la ciencia que no la mutile. Una visión pluralista brinda herramientas para pensar la ciencia, aceptando sus logros, sin desatender todos los factores que intervienen ella, que —he argumentado en contra de la tradición analítica— no son exclusivamente lógicos y empíricos. También intervienen en la ciencia misma y en su filosofía, cuestiones relativas a compromisos ontológicos. Y este constituye el aspecto en que hice mayor énfasis a lo largo de estas páginas.

Sin duda, todavía hay mucho por avanzar, y cabría avanzar en la aplicación del pluralismo ontológico a otros problemas filosóficos, incluso a problemas específicos de otras disciplinas científicas diferentes de la física y la química. Con este trabajo he intentado dar un primer paso en esa dirección, con el convencimiento de que una de las mayores virtudes de la crítica filosófica, que se expresa en una visión pluralista, es que combate, ante todo, la idea de que ciertos discursos se auto-justifican, como parece ser el caso del discurso del “imperialismo” de las teorías fundamentales. He intentado argumentar

que ciertas posiciones ampliamente aceptadas, en rigor no se auto-justifican, sino que se apoyan sobre la base de ciertos supuestos metafísicamente realistas y reduccionistas. En este trabajo, he intentado realizar una crítica de dichos supuestos, proveniente tanto de la filosofía misma como del análisis de casos científicos concretos.

En síntesis, considero que puede hacerse pie en una concepción genuinamente pluralista para cuestionar las pretensiones totalizadoras de *la verdad* científica, *la referencia* de las teorías y las *jerarquías* entre disciplinas, sin incurrir en los extremos opuestos del escepticismo y el relativismo. Esto se ha hecho aquí atendiendo específicamente a los aspectos ontológicos –cuya presencia es, a mi entender, innegable en ciencia– por medio de la reflexión acerca de la cuestión del *realismo* científico, la *referencia* del lenguaje científico y las *relaciones interteóricas*.

BIBLIOGRAFÍA

- Achinstein, P. (1968), *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*, Baltimore: John Hopkins Press.
- Aiello, M., Castagnino, M. y Lombardi, O. (2008), "The arrow of time: from universe timeasymmetry to local irreversible processes", *Foundations of Physics* **38**: 257-292.
- Alexander, S. (1920) [1979], *Space, Time, and Deity*, Gloucester: Peter Smith. 2 vols.
- Armstrong, D. M. (1978), *A Theory of Universals*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Armstrong, D. M. (1983), *What is a Law of Nature?*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Atmanspacher, H. (2002), "Determinism is ontic, determinability is epistemic", en H. Atmanspacher y R. Bishop (eds.), *Between Chance and Choice: Interdisciplinary Perspectives on Determinism*, Thorverton: Imprint-Academic, 49-74.
- Atmanspacher, H. y Bishop, R. (2007), "Stability conditions in contextual emergence", *Chaos and Complexity Letters* **2**: 139-150.
- Atmanspacher, H. y Kronz, F. (1998), "Many realisms", en G. Farre y T. Oksala (eds.), *Acta Polytechnica Scandinavica* **91**: 31-43.
- Atmanspacher, H. y Primas, H. (1996), "The hidden side of Wolfgang Pauli", *Journal of Consciousness Studies* **5**: 355-361.
- Auyang, S. (1995), *How is Quantum Field Theory Possible?*, Oxford-New York: Oxford University Press.
- Bader, R. F. W. (2003), "Letter to the Editor: Quantum mechanics or orbitals?", *International Journal of Quantum Chemistry* **94**: 173-77.
- Bhaskar, R. (1975), *A Realist Theory of Science*, Leeds: Leeds Books.
- Benfey, T. (2000), "Reflections on the philosophy of chemistry and a rallying call for our discipline", *Foundations of Chemistry* **2**: 195-205.
- Born, M. (1969), *The Born-Einstein Letters*, London: Macmillan.
- Broad, C. D. (1925), *The Mind and its Place in Nature*, London: Kegan Paul.
- Brown, H. (1983), *La Nueva Filosofía de la Ciencia*, Madrid: Tecnos.

- Brown, H. y Harré, R. (eds.) (1988), *Philosophical Foundations of Quantum Field Theory*, Oxford: Oxford University Press.
- Bunge, M. (2011), "Sobre Thomas Kuhn y teorías incompatibles", *Exactamente*, 47: 46.
- Butterfield, J. e Isham, C. (1999), "On the emergence of time in quantum gravity", en J. Butterfield (ed.), *The Arguments of Time*, Oxford: British Academy y Oxford University Press, 111-168.
- Castagnino, M. y Lombardi, O. (2004a), "The generic nature of the global and non-entropic arrow of time and the double role of the energy-momentum tensor", *Journal of Physics A (Mathematical and General)* 37: 4445-4463.
- Castagnino, M. y Lombardi, O. (2004b), "Time asymmetry as universe asymmetry", en O. Descalzi, J. Martínez y S. Rica (eds.), *Instabilities and Nonequilibrium Structures IX*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 11-15.
- Castagnino, M. y Lombardi, O. (2009), "The global non-entropic arrow of time: from global geometrical asymmetry to local energy flow", *Synthese* 169: 1-25.
- Castagnino, M., Lombardi, O. y Lara, L. (2003), "The global arrow of time as a geometrical property of the universe", *Foundations of Physics* 33: 877-912.
- Chang, H. (2009), "We have never been whiggish (about phlogiston)", *Centaurus* 51: 239-264.
- Córdoba, M. (2005), "Esencialismo metafísico y teoría causal de la referencia en la propuesta semántica de Kripke", en H. Faas, A. Saal y M. Velasco (eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia 2005*, Córdoba: Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, 147-152.
- Córdoba, M. (2010), "¿Desarrollo progresivo de la ciencia sin continuidad referencial? Acerca del realismo de Psillos y la teoría del *germoplasma* de Weismann", *Principia, An International Journal of Epistemology* 14: 335-348.
- Córdoba, M. y Lombardi, O. (2011), "Realismo y referencia: hacia un enfoque sincrónico desde la práctica científica", *Diálogos* 92, en prensa.
- Córdoba, M. y Lombardi, O. (2012a), "A Kantian perspective for the philosophy of chemistry", en J.-P. Llored (ed.), *Chemistry, the Unknown Science*, Paris: École Polytechnique – CREA, Centre de Recherche en Épistémologie Appliquée, en prensa.
- Córdoba, M. y Lombardi, O. (2012b), "Acerca del modo en que la ciencia refiere a lo real: el papel de los modelos", en Z. Monroy Nasr (ed.), *Enseñanza de la Ciencia*, México: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, en prensa.

- Crane, T. y Mellor, D. H. (1990), "There is no question of physicalism", *Mind* 99: 185-206.
- Davidson, D. (1967), "Truth and meaning", en *Inquiries into Truth and Interpretation*, New York: Oxford University Press.
- Davidson, D. (1974), "On the very idea of a conceptual scheme", en *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* 47: 5-20.
- Devitt, M. (1984), *Realism and Truth*, Oxford: Basil Blackwell (Second Ed. 1997).
- Díez, J. y Moulines, C. U. (1997), *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Barcelona: Ariel.
- Dirac, P. A. M. (1929), "Quantum mechanics of many-electron systems", *Proceedings of the Royal Society A* 338: 714-733.
- Dizadji-Bahmani, F., Frigg, R. y Hartmann, S. (2010), "Who's afraid of Nagelian reduction?", *Erkenntnis* 73: 393-412.
- Dretske, F. (1977), "The laws of nature", *Philosophy of Science* 44: 248-268.
- Duhem, P. (1906) [1954], *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton: Princeton University Press.
- Dupré, J. (1993), *The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Dupré, J. (2001), "Natural kinds", en W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*, Oxford: Blackwell, 311-319.
- Earman, J. (1986), *A Primer on Determinism*, Dordrecht: Reidel.
- Earman, J. y Norton, J. (1987), "What price spacetime substantivalism", *British Journal for the Philosophy of Science* 38: 515-525.
- Einstein, A., Podolsky, B. y Rosen, N. (1935), "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?", *Physical Review* 47: 777-780.
- El Hani, C. N. (2004), "Os debates sobre a emergência de propriedades: onde estamos atualmente?", en E. Rabossi (ed.), *La Mente y sus Problemas. Temas Actuales de Filosofía de la Psicología*, Buenos Aires: Catálogos.
- Ellis, B. (2008), "Essentialism and natural kinds", en S. Psillos y M. Curd (eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science*, London: Routledge.
- Feyerabend, P. K. (1962), "Explanation, reduction, and empiricism", en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 3, Dordrecht:

- Reidel, 28-97. Reimpreso en *Realism, Rationalism & Scientific Method. Philosophical Papers, Vol. 1*, Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- Fine, A. (1975), "How to compare theories: Reference and change", *Nous* 9: 17-32.
- Fodor, J. (1974), "Special sciences: or the disunity of science as a working hypothesis", *Synthese* 28: 97-115
- Frege, G. (1892), 'Über Sinn und Bedeutung', en *Zeitschrift für Philosophie und Philosophische Kritik*, 100: 25-50. Traducido por M. Black como "On sense and reference" en P. Geach y M. Black (eds.), *Translations from the Philosophical Writings of Gottlob Frege*. Oxford: Blackwell, tercera edición, 1980. Versión española: "Sobre sentido y referencia" en T. M. Simpson (ed.), *Semántica Filosófica Problemas y Discusiones*, Buenos Aires: Siglo XXI, 1973, 3-27.
- Frigg, R. (2008), "A field guide to recent work on the foundations of statistical mechanics", en D. Rickles (ed.), *The Ashgate Companion to Contemporary Philosophy of Physics*, London: Ashgate.
- Giere, R. (1988), *Explaining Science, a Cognitive Approach*, Chicago: University of Chicago Press.
- Goodman, N. (1965), *Fact, Fiction and Forecast*, Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Hacking, I. (1983), *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press. Versión española: *Representar e Intervenir*, México: Paidós-UNAM, 1996.
- Hanson, N. R. (1958), *Patterns of Discovery*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Harré, R. (2000), "Laws of nature", en W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*, Oxford: Blackwell, 213-223.
- Harré, R. y Llored, J.-P. (2011), "Mereologies as the grammars of chemical discourses", *Foundations of Chemistry* 13: 63-76.
- Harré, R. y Madden, E. H. (1977), *Causal Powers*, Oxford: Blackwell.
- Hawking, S. W. (1974), "Black hole explosions?", *Nature* 248: 30-31.
- Hawking, S. y Ellis, G. (1973), *The Large Scale Structure of Space-Time*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hendry, R. (2006), "Elements, compounds and other chemical kinds", *Philosophy of Science* 73: 864-875.
- Hesse, M. (1970), "Theories and the transitivity of confirmation", *Philosophy of Science* 37: 50-63.

- Hettema, H. y Kuipers, T. A. F. (1988), "The Periodic Table – Its formalization, status, and relation to atomic theory", *Erkenntnis* 28: 387-408.
- Hughes, R. I. G. (1989), *The Structure and Interpretation of Quantum Mechanics*, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Hull, D. L. (1965), "The effect of essentialism on taxonomy: 2000 years of stasis", *The British Journal for the Philosophy of Science* 15: 314-326.
- Humphreys, C. J. (1999), "Electron seen in orbit", *Nature* 401: 49-52.
- Isham, C. J. (1993), "Canonical quantum gravity and the problem of time", en L. A. Ibort y M. A. Rodríguez (eds.), *Integrable Systems, Quantum Groups, and Quantum Field Theories*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 157-288.
- Jacoby, M. (1999), "Picture-perfect orbitals", *Chemical & Engineering News* 77: 8.
- James, W. (1897) [1956], "The dilemma of determinism", en *The Will to Believe*, New York: Dover Publications.
- Jammer, M. (1974), *The Philosophy of Quantum Mechanics*, New York: John Wiley & Sons.
- Kant, I. (1781) [1998], en P. Guyer y A. Wood (eds.), *Critique of Pure Reason*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kemeny, J. G y Oppenheim, P. (1956), "On reduction", *Philosophical Studies* 7:6-19.
- Kim, J. (1998), *Mind in a Physical World: An Essay on the Mind-Body Problem and Mental Causation*, Cambridge MA: The MIT Press.
- Kim, J. (1999), "Making sense of emergence", *Philosophical Studies* 95: 3-36.
- Kripke, S. (1972), "Naming and necessity", en G. Harman y D. Davidson (eds.), *Semantics of Natural Language*, Dordrecht: Reidel, 253-355.
- Kripke, S. (1980), *Naming and Necessity*, Oxford: Basil Blackwell.
- Kuchař, K. (1991), "The problem of time in canonical quantization", en A. Ashtekar y J. Stachel (eds), *Conceptual Problems of Quantum Gravity*, Boston: Birkhäuser, 141-171.
- Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, 2ª. ed., Chicago: The University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1976), "Theory change as structure change: remarks on the Sneed formalism", *Erkenntnis* 10: 179-199.

- Kuhn, T. S. (1981), "What are scientific revolutions?", en L. Krüger, L. J. Daston y M. Heidelberger (eds.), *The Probabilistic Revolution*, Cambridge MA: The MIT Press. Versión española: *¿Qué son las revoluciones científicas? y Otros Ensayos*, Barcelona: Paidós ICE/UAB, 1989.
- Kuhn, T. (1990), "Dubbing and redubbing: the vulnerability of rigid designation", en W. Savage (ed.), *Scientific Theories. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. XIV, Minneapolis: University of Minnesota Press, 298-318.
- Kuhn, T. S. (1991), "The road since *Structure*", en A. Fine, M. Forbes y L. Wessels (eds.), *PSA 1990, Vol.2*, East Lansing: Philosophy of Science Association, 3-43. Versión española: "El camino desde *La Estructura*", *Arbor CXLVIII*: 27-46.
- Kuhn, T. S. (1993), "Afterwords", en P. Horwich (ed.), *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge MA: The MIT Press, 311-341.
- Kukla, A. (1998), *Studies in Scientific Realism*, New York: Oxford University Press.
- Labarca, M. y Lombardi, O. (2010), "Why orbitals do not exist?", *Foundations of Chemistry* 12: 149-157.
- Laudan, L. (1981), "A confutation of convergent realism", *Philosophy of Science* 48: 19-49.
- Laudan, L. (1984), "Realism without the real", *Philosophy of Science* 51: 156-162.
- Laudan, L. (1996), *Beyond Positivism and Relativism*, Oxford: Westview Press.
- Leplin, J. (1986), "Methodological realism and scientific rationality", *Philosophy of Science* 54: 31-51.
- Leplin, J. (1997), *A Novel Defense of Scientific Realism*, New York: Oxford University Press.
- Le Poidevin, R. (2005), "Missing elements and missing premises: a combinatorial argument for the ontological reduction of chemistry", *The British Journal for the Philosophy of Science* 56: 117-134.
- Lewis, D. (1970), "How to define theoretical terms", *Journal of Philosophy* 62: 427-446.
- Lewis, D. (1984), "Putnam's paradox", *Australasian Journal of Philosophy* 62: 221-236.
- Lewis, D. (1986), *On the Plurality of Worlds*, Oxford: Basil Blackwell.
- Lewowicz, L. (2005), *Del Relativismo Lingüístico al Relativismo Ontológico en el Ultimo Kuhn*, Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República.

- Lloyd Morgan, C. (1923), *Emergent Evolution*, London: Williams and Norgate.
- Locke, J. (1690) [1997], *An Essay Concerning Human Understanding*, London: Penguin Books.
- Loewer, B. (1998), "Copenhagen versus Bohmian interpretations of quantum theory", *The British Journal for the Philosophy of Science* 49: 317-331.
- Lombardi, O. (1998), "La noción de modelo en ciencias", *Educación en Ciencias II*: 5-13.
- Lombardi, O. (2010), "Los modelos como mediadores entre teoría y realidad", en L. Galagovsky (ed.), *Modelos Científicos*, Buenos Aires: Ed. Lugar, 83-94.
- Lombardi, O. y Castagnino, M. (2010), "Matters are not so clear on the physical side", *Foundations of Chemistry* 12: 159-166.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005a), "The ontological autonomy of the chemical world", *Foundations of Chemistry* 7: 125-148.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005b), "Los enfoques de Boltzmann y de Gibbs frente al problema de la irreversibilidad", *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía* 37: 39-81.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2006), "The ontological autonomy of the chemical world: A response to Needham", *Foundations of Chemistry* 8: 81-92.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2007), "The philosophy of chemistry as a new resource for chemistry education", *Journal of Chemical Education* 84: 187-192.
- Lombardi, O. y Pérez Ransanz, A. R., (2008), "Lenguaje, ontología y relaciones interteóricas: en favor de un genuino pluralismo ontológico", *Revista Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura* 187: 43-52.
- Lombardi, O. y Pérez Ransanz, A. (2012), *Los Múltiples Mundos de la Ciencia. Un Realismo Pluralista y su Aplicación a la Filosofía de la Física*, México: UNAM-Siglo XXI, en prensa.
- Luisi, P. L. (2002), "Emergence in chemistry: chemistry as the embodiment of emergence", *Foundations of Chemistry* 4: 183-200.
- Mach, E. (1883) [1960], *The Science of Mechanics*, La Salle: Open Court.
- Mach, E. (1886) [1984], *The Analysis of Sensations*, La Salle: Open Court.
- Maxwell, G. (1962), "On the ontological status of theoretical entities", en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Scientific Explanation, Space, and Time, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Volume III*, Minneapolis: University of Minnesota Press.

- McIntyre, L. (2007), "The philosophy of chemistry: ten years later", *Synthese* 155: 291-292.
- Mill, J. S. (1867), *A System of Logic*, London: Longmans.
- Morgan, M. y Morrison, M. (eds.) (1999), *Models as Mediators*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Morrison, M. (1999), "Models as autonomous agents", en M. Morgan y M. Morrison (eds.), *Models as Mediators*, Cambridge: Cambridge University Press, 38-65.
- Morrison, M. (2005), "Approximating the real: the role of idealizations in physical theory", en M. R. Jones y N. Cartwright (eds.), *Idealization XII: Correcting the Model. Idealization and Abstraction in the Sciences*, Amsterdam: Rodopi, 145-172.
- Morrison, M. y Morgan, M. (1999), "Models as mediating instruments", en M. Morgan y M. Morrison (eds.), *Models as Mediators*, Cambridge: Cambridge University Press, 10-37.
- Moulines, C. U. (1985), "Ontological reduction in the natural sciences", en W. Balzer, D. Pearce y H. Schmidt (eds.), *Reduction in Science*, Dordrecht: Reidel, 51-70.
- Moulines, C. U. (1997), "¿Nos encamina el progreso científico hacia un único universo?", en A. Velasco Gómez (ed.), *Racionalidad y Cambio Científico*, México: Paidós-UNAM.
- Nagel E. (1961), *The Structure of Science*, New York: Hartcourt, Brace & World.
- Nagel, E. (1974), *Teleology Revisited*, New York: Columbia Press.
- Needham, P. (2000), "What is water?", *Analysis* 60: 13-21.
- Needham, P. (2002), "The discovery that water is H₂O", *International Studies in the Philosophy of Science* 16: 205-226.
- Needham, P. (2006), "Ontological reduction: A comment on Lombardi and Labarca", *Foundations of Chemistry* 8: 73-80.
- Needham, P. (2010), "Nagel's analysis of reduction: Comments in defense as well as critique", *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41: 163-170.
- Niiniluoto, I. (1999), *Critical Scientific Realism*, Oxford: Oxford University Press.
- Nye, M. J. (1993), *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry – Dynamics of Matter and Dynamics of Disciplines 1800-1950*, Berkeley: University of California Press.

- Olivé, L. y Pérez Ransanz, A. (1989), *Filosofía de la Ciencia. Teoría y Observación*, México: UNAM-Siglo XXI.
- Orlando, E. (1999), *Concepciones de la Referencia*, Buenos Aires: Eudeba.
- Pascual, J. I., Gómez-Herrero, J., Rogero, C., Baró, A. M., Sánchez-Portal, D., Artacho, E., Ordejón, P. y Soler, J. M. (2000), "Seeing molecular orbitals", *Chemical Physical Letters* **321**: 78-82.
- Pérez Ransanz, A. R. (1999), *Kuhn y el Cambio Científico*, México: Fondo de Cultura Económica (1ª reimpresión en septiembre de 2000).
- Popper, K. (1934), *Logik der Forschung*, Viena: Springer Verlag. Versión inglesa: *The Logic of Scientific Discovery*, Londres: Hutchinson, 1959.
- Prigogine, I. (1980), *From Being to Becoming. Time and Complexity in the Physical Sciences*, New York: W. H. Freeman and Company.
- Primas, H. (1983), *Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism*, Berlin: Springer.
- Primas, H. (1994), "Hierarchical quantum descriptions and their associated ontologies", en K. V. Laurikainen, C. Montonen y K. Sunnarborg (eds.), *Symposium on the Foundations of Modern Physics 1994*, Gif-sur-Yvette: Editions Frontières, 201-220.
- Primas, H. (1998), "Emergence in exact natural sciences", en G. Farre y T. Oksala (eds.), *Acta Polytechnica Scandinavica* **91**: 83-98.
- Psillos, S. (1996), "Scientific realism and the pessimistic induction", *Philosophy of Science* **63**: S306-S314.
- Psillos, S. (1999), *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, New York-London: Routledge.
- Putnam, H. (1962), "What theories are not", en E. Nagel, P. Suppes y A. Tarski (eds.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Stanford: Stanford University Press, 240-252.
- Putnam, H. (1967), "Psychological predicates", en W. H. Capitan y D. D. Merrill (eds.), *Art, Mind, and Religion*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 37-48.
- Putnam, H. (1973), "Meaning and reference", *Journal of Philosophy* **70**: 699-711.
- Putnam, H. (1975a), *Mathematics, Matter and Method. Philosophical Papers, Vol. 1*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, H. (1975b), *Mind, Language and Reality, Philosophical Papers II*, Cambridge: Cambridge University Press.

- Putnam, H. (1978), *Meaning and the Moral Sciences*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Putnam, H. (1981), *Reason, Truth and History*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, H. (1983), *Realism and Reason*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, H. (1985), *The Many Faces of Realism*, La Salle: Open Court.
- Putnam, H. (1990), *Realism with a Human Face*, Cambridge MA-London: Harvard University Press.
- Putnam, H. (1994), *Words and Life*, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Putnam, H. (1995), *Pragmatism. An Open Question*, Oxford: Blackwell.
- Putnam, H. (1999), "Problems with the observational/theoretical distinction", en R. Klee (ed.), *Scientific Inquiry*, New York: Oxford University Press, 25-29.
- Quine, W. V. O. (1951), "Two dogmas of empiricism", *The Philosophical Review*, 60: 20-43. Incluido en *From a Logical Point of View*, Cambridge: Harvard University Press, 1953.
- Quine, W. V. O. (1960), *Word and Object*, Cambridge: The MIT Press.
- Quine, W. V. O. (1969), "Ontological relativity", en *Ontological Relativity and Other Essays*, New York: Columbia University Press.
- Quine, W. V. O. (1981), *Theories and Things*, Cambridge MA: The Belnap Press of Harvard University Press.
- Rivadulla Rodríguez, A. (2003), "Inconmensurabilidad y relatividad. Una revisión de la tesis de Thomas Kuhn", *Revista de Filosofía* 28: 237-259.
- Robles, J. A. (ed.) (1980), *El Problema de los Universales*, México: UNAM.
- Rohrlich, F. (1988), "Pluralistic ontology and theory reduction in the physical sciences", *The British Journal for the Philosophy of Science* 39: 295-312.
- Rohrlich, F. (1997), "Cognitive emergence", *Philosophy of Science* 64: S346-S358.
- Rohrlich, F. (2001), "Cognitive scientific realism", *Philosophy of Science* 68: 185-202.
- Russell, B. (1905), "On denoting", *Mind* 14: 479-493.
- Ruthenberg, K. y van Brakel, J. (eds.) (2008), *Stuff. The Nature of Chemical Substances*, Würzburg: Königshausen & Neumann.

- Scerri, E. (1994), "Has chemistry been at least approximately reduced to quantum mechanics?", en D. Hull, M. Forbes y R. Burian (eds.), *PSA Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association 1994*, Volume One: *Contributes Papers*, 160-170.
- Scerri, E. (1997), "Has the periodic table been successfully axiomatized?", *Erkenntnis* 47: 229-243.
- Scerri, E. (2000a), "Realism, reduction and the 'intermediate position'", en N. Bhushan y S. Rosenfeld (eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*, New York: Oxford University Press, 51-72.
- Scerri, E. (2000b), "Have orbitals really been observed?", *Journal of Chemical Education* 77: 1492-1494.
- Scerri, E. (2000c), "The failure of reduction and how to resist disunity of the sciences in the context of chemical education", *Science & Education* 9: 405-425.
- Scerri, E. (2000d), "Philosophy of chemistry: a new interdisciplinary field?", *Journal of Chemical Education* 77: 522-525.
- Scerri, E. (2001), "The recently claimed observation of atomic orbitals and some related philosophical issues", *Philosophy of Science* 68: S76-S88.
- Scerri, E. (2006), "Normative and descriptive philosophy of science and the role of chemistry", en D. Baird, E. Scerri y L. McIntyre (eds.), *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*, Dordrecht: Boston Studies in the Philosophy of Science, Springer, 118-128.
- Scerri, E. (2007), "The ambiguity of reduction", *Hyle-International Journal for Philosophy of Chemistry* 13: 67-81.
- Scerri, E. (2008), "General introduction to the papers", en *Collected Papers on Philosophy of Chemistry*, London: Imperial College Press, 1-22.
- Scerri, E. y McIntyre, L. (1997), "The case for the philosophy of chemistry", *Synthese* 111: 213-232.
- Schaffner, K. F. (1967), "Approaches to reduction", *Philosophy of Science* 34: 137-147.
- Schaffner, K. F. (1969), "The Watson-Crick model and reductionism", *The British Journal for the Philosophy of Science* 20: 325-348.
- Schaffner, K. F. (1976), "Reductionism in biology: Prospects and problems", en R. S. Cohen *et al.* (eds.), *PSA 1974*, Dordrecht: Reidel Publishing Company, 613-632.

- Schaffner, K. F. (1977), "Reduction, reductionism, values, and progress in the biomedical sciences", en R. Colodny (ed.), *Logic, Laws, and Life*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 143-171.
- Schaffner, K. F. (1993), *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*, Chicago: Chicago University Press.
- Schaffner, K. F. (2006), "Reduction: The Cheshire cat problem and a return to roots", *Synthese* 151: 377-402.
- Scheffler, I. (1967), *Science and Subjectivity*, Indianapolis: Hackett.
- Scheibe, E. (1973), *The Logical Analysis of Quantum Mechanics*, Oxford: Pergamon Press.
- Schummer, J. (2008), "Matter versus form, and beyond", en Ruthenberg, K. y van Brakel, J. (eds.), *Stuff. The Nature of Chemical Substances*, Würzburg: Königshauen & Neumann, 3-18.
- Schutz, B. (1980), *Geometrical Methods of Mathematical Physics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Schwarzschild, K. (1916), "Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie", *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 1: 189-196.
- Searle, J. (1958), "Proper names", *Mind* 67: 166-173.
- Sellars, W. (1962), *Science, Perception and Reality*, New York: Humanities Press.
- Simpson, T. M. (1964), *Formas Lógicas, Realidad y Significado*, Buenos Aires: Eudeba.
- Simpson, T. M. (comp.) (1973), *Semántica Filosófica: Problemas y Discusiones*, Buenos Aires: Siglo XXI.
- Sklar, L. (1967), "Types of inter-theoretic reduction", *The British Journal for the Philosophy of Science* 18: 109-124.
- Sklar, L. (1974), *Space, Time and Spacetime*, Berkeley-Los Angeles-London: University of California Press.
- Sklar, L. (1993), *Physics and Chance*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sneed, J. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht: Reidel.
- Spector, M. (1978), *Concepts of Reduction in Physical Science*, Philadelphia: Temple University Press.

- Stephan, A. (1998), "Varieties of emergence in artificial and natural systems", *Zeitschrift für Naturforschung* 53: 639-656.
- Strawson, P. (1959), *Individuals: An Essay in Descriptive Metaphysics*, London: Methuen.
- Suárez, M. (1999), "The role of models in the application of scientific theories: epistemological implications", en M. Morgan y M. Morrison (eds.) (1999), *Models as Mediators*, Cambridge: Cambridge University Press, 168-195.
- Suppe, F. (ed) (1977), *The Structure of Scientific Theories*. Urbana: University of Illinois Press.
- Suppe, F. (1989), *The Semantic Conception of Scientific Theories and Scientific Realism*, Chicago: University of Illinois Press.
- Suppes, P. (1961), "A comparison of the meaning and use of models in the mathematical and empirical sciences", en H. Freudenthal (ed.), *The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences*, Dordrecht: Reidel, 163-177.
- Suppes, P. (1967), "What is a scientific theory?", en S. Morgenbesser (ed.), *Philosophy of Science Today*, New York: Basic Books.
- Teller, P. (1998), "Quantum mechanics and haecceities", en E. Castellani (ed.), *Interpreting Bodies. Classical and Quantum Objects in Modern Physics*, Princeton: Princeton University Press, 114-141.
- Tinoco Jr., I., Sauer, K., Wang, J. C. y Puglisi, J. D. (2002), *Physical Chemistry – Principles and Applications in Biological Sciences*, New Jersey: Prentice Hall.
- Tooley, M. (1977), "The nature of laws", *Canadian Journal of Philosophy* 7: 667-698.
- Torretti, R. (1980), *Manuel Kant*, Buenos Aires: Charcas.
- Torretti, R. (2000), "Scientific realism and scientific practice", en E. Agazzi y M. Pauri (eds.), *The Reality of the Unobservable: Observability, Unobservability and their Impact on the Issue of Scientific Realism*, Dordrecht: Kluwer, 113-122. Los números de página corresponden a la versión española: "El realismo científico y la ciencia como es", en *Escritos Filosóficos 1986-2006*, Santiago de Chile: Universidad Diego Portales, 2007, 75-98.
- Torretti, R. (2005), "Conocimiento discursivo", *Lección Inaugural* dictada en la Universidad Autónoma de Barcelona-el 28 de Abril de 2005, en ocasión de la investidura del autor como Doctor Honoris Causa de dicha Universidad.
- Torretti, R. (2008), "Objectivity: a Kantian perspective", en M. Massimi (ed.), *Kant and Philosophy of Science Today*, Cambridge: Cambridge University Press, 81-95.

- Uffink, J. (2006), "Compendium to the foundations of classical statistical physics", en J. Butterfield y J. Earman (eds.), *Philosophy of Physics (Handbook of the Philosophy of Physics)*, Amsterdam: North Holland, 923-1074.
- van Brakel, J. (1986), "The chemistry of substances and the philosophy of mass terms", *Synthese* 69: 291-324.
- van Brakel, J. (2000a), *Philosophy of Chemistry. Between the Manifest and the Scientific Image*, Leuven: Leuven University Press.
- van Brakel, J. (2000b), "The nature of chemical substances", en N. Bhushan y S. Rosenfeld (eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*, New York: Oxford University Press, 162-184.
- Vancik, H. 1999. "Opus Magnum: An outline for the philosophy of chemistry", *Foundations of Chemistry* 1: 242-56.
- van Fraassen, B. (1980), *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press.
- Vemulapalli, G. y Byerly, H. (1999), "Remnants of reductionism", *Foundations of Chemistry* 1: 17-41.
- Vihalemm, R. (2003), "Are laws of nature and scientific theories peculiar in chemistry? Scrutinizing Mendeleev's discovery", *Foundations of Chemistry* 1: 7-22.
- Wang, S. G. y Schwarz, W. H. (2000), "On closed-shell interactions, polar covalences, d shell holes, and direct images of orbitals: the case of cuprite", *Angewandte Chemie International Edition* 39: 1757-62.
- Wasserman, E. y Schaefer, H. F. (1986), "Methylene geometry", *Science* 233: 829.
- Weisberg, M (2005), "Water is not H₂O", en D. Baird, E. Scerri y L. McIntyre (eds.), *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*, Dordrecht: Springer, 337-345.
- Wilson, M. (1989), "John Earman's *A Primer on Determinism*", *Philosophy of Science* 56: 502-532.
- Woit, P. (2006), *Not Even Wrong: The Failure of String Theory and the Search for Unity in Physical Law*, New York: Basic Books.
- Woolley, R. (1982), "Natural optic activity and the molecular hypothesis", *Structure and Bonding* 52: 1-35.
- Yam, P. (1999), "Seeing the bonds", *Scientific American* 281: 28.
- Zuo, J. M., Kim, M., O'Keefe, M. y Spence, J. C. H. (1999), "Direct observation of d orbital holes and Cu-Cu bonding in Cu₂O", *Nature* 401: 49-52.

Zurer, P. (1999), "Chemistry's top five achievements." *Chemical & Engineering News* 77:
38-40.