

Realismo Estructural Óptico

Formulación, viabilidad y alcances

Autor:

Borge, Bruno

Tutor:

Gentile, Nélica

2017

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

Posgrado

Realismo Estructural Óptico. Formulación, viabilidad y alcances

Tesis Doctoral en Filosofía

Facultad de Filosofía y Letras

Universidad de Buenos Aires

Doctorando: Bruno Borge

Directora: Dra. Nélide Gentile

2016

Índice

Agradecimientos.....	6
Introducción.....	8
Capítulo 1. Los orígenes de la tradición estructuralista.....	17
1. <i>Introducción</i>	17
2. <i>Los orígenes de la tradición estructuralista</i>	18
2.1. Las relaciones como una ventana a lo incognoscible	19
2.2. <i>Estructura abstracta y conocimiento inferencial</i>	23
3. <i>Trazos de estructuralismo: el Empirismo Lógico</i>	27
4. <i>Estructura matemática y Oraciones de Ramsey</i>	31
5. <i>Repensando el rol de las estructuras</i>	35
5.1. <i>Realismo Estructural Óptico</i>	36
5.2. <i>Estructuralismo Empirista</i>	38
6. <i>Conclusión</i>	41
Capítulo 2. El Realismo Estructural y el Realismo Científico tradicional	44
1. <i>Introducción</i>	44
2. <i>El Postulado de Restricción Epistémica</i>	45
3. <i>Realismo Modal y Realismo Nomológico</i>	47
4. <i>Realismo Científico y Realismo Modal</i>	52
4.1. <i>No-Milagro y explicación metafísica</i>	53
4.2. <i>Descriptivismo Causal: referencia y continuidad del conocimiento</i>	56
5. <i>Realismo Científico y Realismo Nomológico</i>	58
6. <i>Conclusión</i>	62
Capítulo 3. Realismo Estructural Epistémico, modalidad y leyes de la naturaleza	63
1. <i>Introducción</i>	63
2. <i>Estructuras, Modalidad y Leyes Naturales</i>	63
3. <i>Realismo Estructural Epistémico y leyes de la naturaleza</i>	66
4. <i>Realismo Estructural Epistémico y modalidad</i>	72

5. <i>Escepticismos modal y nomológico a la luz del problema de Newman</i>	78
6. <i>Conclusión</i>	84
Capítulo 4. El Realismo Estructural Óptico: presentación, variantes y argumentos.....	86
1. <i>Introducción</i>	86
2. <i>Argumentos a favor del REO</i>	86
3. <i>Versiones del REO</i>	91
3.1. <i>Realismo Estructural Óptico Pitagórico</i>	91
3.2. <i>Realismo Estructural Óptico Eliminativista</i>	92
3.3. <i>Realismo Estructural Óptico Moderado</i>	93
4. <i>Objeciones al REO</i>	97
4.1. <i>Viabilidad conceptual</i>	97
4.2. <i>El problema del colapso</i>	99
4.3. <i>Modalidad</i>	101
5. <i>Conclusión</i>	103
Capítulo 5. La naturaleza física de las estructuras	104
1. <i>Introducción</i>	104
2. <i>La Hipótesis del Universo Matemático</i>	104
3. <i>REOE, leyes y estructuras físicas</i>	109
4. <i>¿Qué es lo físico, después de todo?</i>	114
4.1. <i>El enfoque por objeto</i>	115
4.2. <i>El enfoque por teoría</i>	119
4.3. <i>El círculo virtuoso: metafísica naturalizada y ciencia metafísicamente informada</i>	122
5. <i>Conclusión</i>	124
Capítulo 6. El Realismo Estructural Óptico en perspectiva metodológica.....	126
1. <i>Introducción</i>	126
2. <i>La objeción de inviabilidad metodológica</i>	126
3. <i>El Dilema de Chakravartty</i>	131
4. <i>Conclusión</i>	138
Capítulo 7. Realismo Estructural Óptico y modalidad	139
1. <i>Introducción</i>	139
2. <i>REOE y modalidad</i>	139
2.1. <i>Estructuras causales y patrones reales</i>	139
2.2. <i>Leyes, simetrías y la estructura del mundo</i>	146

3. REOM y modalidad.....	150
3.1. El disposicionalismo como una forma de estructuralismo.....	150
3.2. Propiedades, poderes e identidad	152
4. El dilema de la identidad.....	156
5. Conclusión.....	159
Capítulo 8. Las bases metafísicas del Estructuralismo Disposicional.....	160
1. Introducción	160
2. Estructuralismo Disposicionalista y modalidad	160
3. Dependencia ontológica y el dilema de la identidad	167
4. Una teoría de los universales para el ED.....	170
5. Conclusión.....	176
Capítulo 9. Realismo Estructural Óptico y leyes naturales	177
1. Introducción	177
2. REOE y leyes de la naturaleza.....	177
3. Disposicionalismo y leyes de la naturaleza: el Dilema Central.....	184
4. Estructuralismo Disposicionalista y leyes de la naturaleza.....	190
4.1. Propiedades de los sistemas cuánticos	192
4.2. Principios de simetría y leyes de conservación.....	194
4.3. Otros horizontes de aplicación: propiedades del espacio-tiempo y formas moleculares	197
5. Conclusión.....	199
Capítulo 10. El marco para el Realismo Estructural Óptico	200
1. Introducción	200
2. Concepción semántica vs. concepción sintáctica de las teorías	200
2.1. Dependencia lingüística	202
2.2. Teorías y representación.....	207
3. El REO y la concepción sintáctica de las teorías.....	213
3.1. Estructura y términos teóricos.....	215
4. Conclusión.....	220
Conclusión	222
Referencias.....	231

Agradecimientos

Las investigaciones que condujeron a la redacción de este trabajo fueron financiadas con una beca de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica – Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (ANPCyT – FONCyT), en el marco del Proyecto de Investigación PICT-2012-2478 "Realismo y Antirrealismo Nomológicos", dirigido por la Dra. Nélide Gentile y radicado en el Instituto de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Agradezco a dichos organismos por brindarme generosamente la oportunidad de culminar mi formación mediante esta beca, pero fundamentalmente a quienes desde el gobierno nacional impulsaron políticas de estado tendientes a fortalecer la investigación científica en nuestro país.

Los agradecimientos personales no podrían comenzar sino por la Dra. Nélide Gentile, quien ha dirigido esta tesis (y mi trabajo durante estos años de profesión) con dedicación, agudeza, cariño y respeto. No puedo menos que utilizar este espacio para reiterarle lo afortunado que me siento por haberla tenido como directora.

Este trabajo fue en parte elaborado durante dos estancias investigación realizadas en la Universidad del Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) y en la Universidad de Málaga (UMA), que fueron financiadas, respectivamente, con una Beca del Programa Binacional Centros Asociados de Posgrado Brasil-Argentina (CAPG-BA) y Beca del Programa de Movilidad Internacional (PROMAI), Universidad de Buenos Aires / Universidad de Málaga, Argentina / España. Debo una inmensa gratitud al Dr. Adriano Naves de Brito, Decano de la Escuela de Humanidades de Unisinos, y al Dr. Antonio Diéguez Lucena, Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la UMA. La generosidad y calidad personal de ambos han sido determinantes no sólo para esta etapa de formación doctoral, sino para el rumbo futuro de mi carrera académica.

Quisiera expresar además mi agradecimiento a los miembros de los grupos de investigación en los que participo habitualmente; las discusiones y comentarios surgidos en ese ámbito han sido el motor de muchas ideas y proyectos.

Por último, y no por ello menos importante, debo agradecer a los familiares y amigos que acompañaron los arduos procesos de redacción de este trabajo. Entre ellos, especialmente a Susana y Josefina. Ni esta tesis ni yo mismo existiríamos de no ser por las maravillosas relaciones que me vinculan con ellas.

Introducción

El debate Realismo vs. Antirrealismo Científicos es desde hace décadas un fascinante escenario de polémicas en la filosofía de la ciencia contemporánea. La controversia es en principio simple, y no escapa a la indagación de cualquier espíritu curioso: los átomos, los electrones, las entidades inobservables que la ciencia postula para explicar los fenómenos, ¿realmente existen? Una respuesta afirmativa lo convierte a uno en un realista científico, pero ello sólo en sentido metafísico, ya que el Realismo Científico también se dice de muchas maneras. El realismo semántico, por ejemplo, sostiene que las teorías científicas deben ser interpretadas literalmente, por lo que sus enunciados tienen valores de verdad en virtud de su correspondencia/no-correspondencia con la realidad, ello en clara oposición a las posturas instrumentalistas que juzgan que los enunciados teóricos son meras herramientas de cálculo para hacer predicciones empíricas. Un realista epistémico, por su parte, sostiene que el conocimiento de la realidad inobservable que subyace a los fenómenos es una meta alcanzable para (o alcanzada de hecho por) la empresa científica: no sólo se trata de que las teorías científicas procuren describir el mundo inobservable, sino que su verdad (o verdad aproximada) puede ser conocida.

Dichas alternativas han dado lugar a diversas posiciones mixtas: uno podría, por ejemplo, abrazar un realismo metafísico y semántico, pero ser antirrealista en cuanto a la posibilidad del conocimiento del mundo inobservable. A su vez, esa diversidad se ha visto ampliada ante la posibilidad de no aventurarse a afirmar o negar categóricamente esas tesis, sino permanecer agnóstico respecto de alguno de los planos. Esta estrategia ha dado lugar a la postura antirrealista más mentada y posiblemente más sólida desde fines del siglo pasado, el Empirismo Constructivo de Bas van Fraassen (1989). Para un empirista constructivo el compromiso ontológico con la referencia de los términos

teóricos es un salto tan arriesgado como innecesario, no obstante ello, está dispuesto a conceder que las teorías pueden ser verdaderas o falsas, aunque no es eso lo que motiva su aceptación, sino el hecho de que sean empíricamente adecuadas es decir, que “salven los fenómenos”. Sin embargo, más allá de la vastedad de los matices que le han dado una profunda complejidad al debate, dos argumentos principales han sido esgrimidos a favor y en contra del Realismo Científico. El llamado ‘argumento del no-milagro’ (cuya primera formulación puede encontrarse en Putnam 1975) ha sido una de las armas más relevantes de los defensores del Realismo Científico. Sintéticamente, afirma que el éxito predictivo de la ciencia sería un milagro si sus teorías no brindasen descripciones verdaderas o aproximadamente verdaderas acerca del mundo. Puesto en otros términos, sostiene que la mejor explicación para el éxito de la ciencia es que las teorías reflejen adecuadamente la realidad inobservable. Estrechamente vinculada a esta idea se encuentra la afirmación realista de la continuidad del conocimiento científico: a través de los sucesivos cambios teóricos hay un elemento que se preserva acumulativamente, y que es responsable del creciente número de predicciones exitosas de las teorías. Los antirrealistas, por su parte, han procurado mostrar que buena parte de la historia de la ciencia consiste en una sucesión de teorías refutadas (que son, además, incompatibles entre sí), lo que constituye una base sólida para inferir inductivamente la futura refutación de las teorías actuales. Dicho argumento ha sido conocido como la meta-inducción pesimista (Laudan 1981). En este marco, el Realismo Estructural se ha propuesto superar la tensión entre ambos argumentos, rescatando los elementos que hacen de cada uno de ellos propuestas intuitivamente fuertes. Si bien ha sido formulado explícitamente por John Worrall (1989), los orígenes de los lineamientos filosóficos que le dan forma pueden rastrearse en la obra de Duhem, Poincaré y Russell, aunque otros (como por ejemplo van Fraassen, 1999) consideran que la prehistoria del Realismo Estructural se remonta hasta los escritos de Newton. Pero más allá de la posible controversia por los pormenores de su biografía, la apuesta del Realismo Estructural consiste en caracterizar el conocimiento aportado por las teorías científicas como un conocimiento acerca de la estructura del mundo, y no sobre su naturaleza. Restringida así nuestra penetración epistémica en la realidad, los cambios esporádicos y abruptos en los compromisos ontológicos de nuestras (sucesivas) mejores teorías científicas, a los que tan sensible ha sido el ojo kuhiano, no son incompatibles con un conocimiento acumulativo acerca de los aspectos estructurales de lo real, plasmado en la supervivencia (al menos en el límite) del andamiaje matemático fundamental de dichas teorías.

Esta propuesta ha cosechado diversas críticas. Se ha señalado que el éxito predictivo de la ciencia no requiere más que de una coincidencia respecto de la estructura de los fenómenos, y que asumir una duplicación de esa estructura sobre la estructura del mundo inobservable es un paso injustificado. Dicha crítica ha aparecido de manera más explícita y desarrollada en la obra de van Fraassen (1997, 2006, 2008), quien a partir de ella ha dado lugar a una nueva forma de considerar en términos estructurales el cambio teórico que él mismo ha denominado Estructuralismo Empirista. Por otra parte, ahora desde el bando realista, Psillos (2006) ha esgrimido una serie de críticas cuestionando la posibilidad misma de que pueda tenerse conocimiento de una estructura prescindiendo de todo conocimiento de los elementos que la conforman; es decir, conocer ciertos aspectos estructurales del mundo implica conocer algo más que simplemente esos aspectos. Esa conclusión se relaciona profundamente con el obstáculo más severo (y para muchos fatal) que el RE debe enfrentar: la objeción que Newman (1928) realizó a los argumentos expuestos en *The Analysis of Matter*, de 1927, obra en la que Russell presenta lo que se considera es la primera formulación sistemática del Realismo Estructural. Dicha crítica, conocida como—el Problema u Objeción de Newman, tiende a una trivialización del contenido de las tesis-russellianas señalando que para todo conjunto de objetos siempre es posible establecer una determinada clase de relaciones que instancia una estructura cualquiera, por lo que carece de sentido hablar de una estructura del mundo físico sin especificar la naturaleza de las relaciones concretas que las entidades de ese mundo han de tener para instanciar dicha estructura. Ahora bien, dado que para brindar alguna descripción específica de esas relaciones debemos ir más allá de donde el Realismo Estructural puede ir, éste debería ser abandonado.

Es frecuente la opinión de que esa batería de críticas hace inviable el Realismo Estructural. Con todo, debe atenderse a que las tesis fundamentales de esta posición refieren a qué esferas de la realidad podemos conocer: fuera de los presupuestos metafísicos que hayan de asumirse para que el Realismo Estructural sea sostenible, el foco de su propuesta se centra en el nivel epistémico. En virtud de ello Ladyman (1998) en colaboración con Steven French (2003a, 2003b) rebautiza la tesis y abre el juego a una nueva clasificación distinguiendo entre un Realismo Estructural Epistémico (REE) y un Realismo Estructural Óntico (REO), cuya formulación elemental es tan breve como sorprendente: conocemos sólo la estructura del mundo, *pues es lo único que hay*.

El REO es frecuentemente presentado como la posición que sostiene que lo único que existe son las estructuras. Ese eslogan le hace justicia en un sentido muy general, pues su articulación en la literatura especializada ha dado lugar a diversas presentaciones y

versiones. Para algunos, el componente último y único de nuestro mundo es una estructura matemática, y por tanto puramente abstracta (Tegmark 2008); otros han evitado identificar dicha estructura con la naturaleza de las entidades abstractas, afirmando su carácter fundamentalmente físico (Ladyman 1998; Ladyman & French 2003a; 2003b y French 2014); por último algunos han sostenido la prioridad ontológica de las estructuras sobre los individuos, sin negar a estos últimos toda existencia, aunque eliminándolos de la ontología básica. Para, por ejemplo, Esfeld (2004), esa prioridad ontológica debe ser interpretada en un sentido moderado: sólo significa que los objetos carecen de toda propiedad intrínseca o categórica, i.e., todas sus propiedades son relacionales.

Más allá de sus variaciones, el REO ha sido impulsado por una batería de argumentos que provienen de dos fuentes diferentes. Por una parte, se ha afirmado que responde satisfactoriamente a los principales desafíos de la problemática filosófica en la que se inscribe, el debate Realismo vs. Antirrealismo Científicos. Entre otras ventajas, permitiría salvar las intuiciones que subyacen a los argumentos antagónicos del No Milagro y la Meta Inducción Pesimista sin sucumbir ante objeciones clásicas formuladas a otras variantes del Realismo Estructural (Ladyman & Ross, 2007). Por otra parte, se ha argumentado que algunos resultados alcanzados en Mecánica Cuántica presentan serios problemas para la metafísica tradicional, que podrían ser superados por un cambio en la ontología básica como el que propone el REO (Cao 2003; Castellani 1998; Dorato 2000). El argumento más popular dentro de esta línea se vincula estrechamente con la Estadística Cuántica, y alude a una subdeterminación metafísica a nivel de las partículas elementales que permite considerarlas tanto como individuos, tanto como no-individuos. Según Ladyman (1998), este problema constituye un callejón sin salida para el Realismo Científico tradicional, pero queda neutralizado si se lo considera en el marco de una metafísica que le otorgue prioridad ontológica a las relaciones por sobre los relata.

Pese a estos argumentos, el REO ha enfrentado muy variadas objeciones. Se ha insistido, por una parte, en que se trata de una posición conceptualmente inviable, en tanto no resulta posible suscribir de manera inteligible la realidad de las estructuras si se le niega prioridad ontológica a los individuos (Chakravartty 1998; Psillos 2001; Morgantti 2004). Además, Ckravartty (2003) ha señalado que aun cuando se ignoren las dificultades conceptuales, el cambio de ontología que se propone no satisface algunos principios metodológicos básicos. Otra imputación frecuente se vincula con la segunda familia de argumentos a favor del REO, resaltando que sus motivaciones son oriundas exclusivamente de la física fundamental e ignoran por completo otras ramas de la

ciencia como la biología o las ciencias sociales. Una preocupación no menor constituye la disputa respecto de si la objeción clásica al Realismo Estructural Epistémico (REE) de Worrall (1989) resulta un problema también para el REO. Es ampliamente aceptado que dicha objeción representa un obstáculo infranqueable para la versión epistémica del Realismo Estructural, pero Ladyman & Ross (2007) afirman que en tanto el REO abandona la concepción extensional de las relaciones presupuesta en la argumentación de Newman, se hace inmune a la objeción. Votsis (2004) presenta ciertas reservas sobre esa aseveración, fundamentalmente ligadas al hecho de que la concepción semántica abrazada por los defensores del REO tenga las herramientas adecuadas para sostener un enfoque sustantivo de las relaciones. Dudas semejantes han sido expresadas por Chakravartty (2001), esta vez en relación a la suficiencia de la concepción semántica para caracterizar una correspondencia entre la teoría (formulada en una semántica estructuralista) y las estructuras reales que la satisfacen. Pese a algunos notables esfuerzos por responder a estos puntos (por ejemplo, French & Saatsi 2006) la relación entre el REO y las concepciones sintáctica y semántica de las teorías debe todavía ser clarificada para dar cuenta de algunas cuestiones cruciales. En primer lugar, sin perjuicio de determinar cuáles son las herramientas semánticas más adecuadas para la formulación de la noción clave de *estructura*, debe ponerse en claro si el REO resulta o no dependiente de la concepción no enunciativa de las teorías. En segundo lugar, es necesario brindar una caracterización precisa de la mencionada relación de correspondencia entre las teorías y las estructuras del mundo físico, lo que constituiría la base para una solución segura a la objeción de Newman.

Por otra parte (en algunos casos sin perjuicio de todo lo anterior), muchos han expresado preocupaciones relacionadas con la articulación metafísica del REO en relación con algunas problemáticas tradicionales de la filosofía de la ciencia como la causalidad y las leyes científicas. En cuanto al primer punto, Psillos (2001) y Chakravartty (2003) afirman que el REO es incapaz de dar cuenta del cambio, ya que eliminando los objetos y su correspondiente perfil causal no es posible explicar cómo las estructuras motorizan el mundo físico. Defensores del REO han señalado las concepciones deflacionarias de la causalidad como una alternativa (French, 2006), de hecho, Ladyman & Ross (2007) afirman —reflotando una vieja tesis de Russell— que la noción de *causalidad* podría eliminarse sin pérdidas sustantivas tanto de la ciencia como de su filosofía. Pese a ello, insisten en que las estructuras comportan una modalidad primitiva, lo que consideran es el foco de la diferencia entre el REO y el Empirismo Constructivo de van Fraassen (2007:128). Intentando clarificar ese punto (aunque desde una perspectiva favorable a la inclusión de la causalidad como una categoría

fundamental de análisis) Esfeld (2009) afirma que las estructuras del mundo tienen una esencia causal, ya que son reductibles a poderes o disposiciones. Esta idea va de la mano con su rechazo a toda propiedad categórica: afirmar propiedades intrínsecas conduce al quidditismo (en tanto las propiedades poseen un carácter cualitativamente primitivo) y a la humildad epistémica (en tanto son imaginables dos propiedades esencialmente diferentes, pero idénticas en sus manifestaciones y, por lo tanto, imposibles de discernir). Psillos (2012) desestima esta postura ya que este entramado de propiedades puramente relacionales no permite dar cuenta de cómo cada una de ellas adquiere su identidad o naturaleza más que en un sentido holista, y eso, sostiene, es tan insatisfactorio como el quidditismo. En un reciente trabajo, French (2014) desarrolla una batería de argumentos para mostrar cómo las estructuras postuladas por el REO eliminativista son inherentemente modales, afirmando que las leyes y simetrías descritas por nuestras mejores teorías físicas son las entidades fundamentales de la realidad.

Ello ha abierto un campo de análisis que todavía no ha sido suficientemente transitado: la relación del REO con el problema de las leyes científicas. Aunque autores como Ladyman & Ross han expresado su compromiso con la caracterización modal de las estructuras como sustento ontológico de las regularidades naturales, no se han pronunciado de modo concluyente a favor de un Realismo Nomológico, y sus referencias a la cuestión son laterales, o sustentadas en un discurso laxo que hace caso omiso de distinciones básicas como la que existe entre leyes científicas y leyes naturales. Por el contrario, y como acabo de mostrar, para French (2014) la formulación del REO constituye esencialmente la defensa de un realismo acerca de las leyes como entidades fundamentales. De modo semejante, Esfeld (2009) recalca que su teoría no sólo da cuenta de la causalidad, sino constituye “una mirada anti-humana de las leyes, que las tiene por metafísicamente necesarias en tanto surgen de la naturaleza de las propiedades” (2009: 184). Pese a ello, sostener una metafísica modal podría no ser suficiente para decirse realista respecto de las leyes. Mumford (2004) construye todo su edificio argumental sobre poderes y disposiciones, pero con el objeto de defender un Antirrealismo Nomológico: todo el trabajo que se les adjudica a las leyes puede ser realizado por los poderes, por lo que no es necesario un compromiso ontológico con las primeras. Una opción disponible para aunar estructuras y leyes podría consistir entonces en identificar a estas últimas con universales estructurales. Las estructuras del mundo físico serían nomológicas en tanto instancias de universales estructurales, con una doble ventaja: en primer lugar, la efectividad causal de las estructuras y las regularidades que ellas generan sería explicada a partir de la relación de instanciación;

además, su carácter de instancias permitiría dar cuenta de su naturaleza sustantiva y no abstracta. Sin embargo, dicha jugada encontraría también una objeción en las argumentaciones de Mumford: la relación entre un universal y sus instancias no refleja el rol de gobierno que una ley debe tener sobre los eventos que rige. Nuevamente, es el trabajo de French (2014) el que brinda un panorama más completo de cómo el REO (en su versión eliminativista) puede articularse como una posición realista respecto de las leyes.

En ese marco, el objetivo primordial de este trabajo es brindar las bases para la formulación de una versión disposicionalista no-eliminativista del REO que denomino *Estructuralismo Disposicionalista* (ED). Entiendo que esta posición es capaz de satisfacer los requisitos implícitos en los dos puntos centrales de este trabajo: (a) tanto el REE como la versión eliminativista del REO fracasan en brindar un relato plausible acerca de la modalidad y las leyes de la naturaleza; en ambos casos, y por motivos diferentes, ello puede considerarse suficiente para su rechazo; (b) puede formularse una versión no-eliminativista del REO a partir de una metafísica disposicionalista que sea capaz de dar cuenta satisfactoriamente de la modalidad y las leyes de la naturaleza, al tiempo que elude las objeciones formuladas tanto al disposicionalismo clásico, como a otras variantes no-eliminativistas.

Para ello, procuro ofrecer un panorama completo de los distintos aspectos relevantes para una evaluación crítica original del REO, desde la historia de la tradición en filosofía de la ciencia que posibilitó su surgimiento y las problemáticas principales que sus diversas formulaciones han de afrontar, hasta las posibilidades de su extensión más allá del ámbito típico en que se ha aplicado, a saber, la física moderna. En tal sentido constituye una unidad que se articula en un relato compacto. Sin embargo, este trabajo está concebido de modo tal que cada uno de los capítulos tenga la estructura de un artículo académico como el que el lector podría hallar en cualquier publicación de circulación periódica. No sólo por cuanto pueda ser abordado de manera relativamente independiente al del resto sino, fundamentalmente, porque cada uno de los capítulos ofrece una conclusión que pretende constituirse, en el marco y según las limitaciones propias de la temática tratada, en un aporte original dentro de la literatura especializada. Los primeros cuatro capítulos buscan brindar un marco general para el desarrollo de las secciones propositivas de este trabajo; no obstante ello, cada capítulo incluye aportes críticos y resultados originales. Los capítulos primero y segundo ofrecen un recorrido tanto histórico como conceptual por la tradición filosófica en la que se enmarca el surgimiento del Realismo Estructural. Abordan, asimismo, la relación entre el Realismo Estructural y el Realismo Científico tradicional, y los vínculos que ambos mantienen con

las posiciones en juego en los debates acerca de la modalidad y el estatus metafísico de las leyes de la naturaleza. Los resultados alcanzados respecto de este último punto son cruciales para la articulación de una objeción novedosa al REE, que es articulada en el capítulo tercero. El capítulo cuarto ofrece una presentación crítica de las principales versiones eliminativistas y no-eliminativistas del REO, los argumentos que motivan su desarrollo y sus problemas conceptuales más relevantes; y procura además brindar un mapa completo de las variantes que han sido defendidas en la literatura reciente. En este marco, y teniendo en cuenta algunas conclusiones de los capítulos segundo y tercero, presento los lineamientos generales de una variante novedosa del REO no-eliminativista, sustentada en una metafísica disposicionalista.

Los capítulos quinto y sexto se ocupan de evaluar las principales variantes del REO a partir de dos perspectivas frecuentemente señaladas como problemáticas: el carácter *físico* de las estructuras que postula, y la conveniencia de su adopción desde un punto de vista metodológico. Al igual que en el caso de los primeros capítulos, los que componen esta sección de la tesis presentan tanto resultados críticos como tesis originales, fundamentalmente, respecto de dos aspectos centrales: la evaluación general de las principales variantes del REO en las perspectivas problemáticas consignadas, y el desempeño de la versión disposicionalista presentada en el capítulo cuarto.

Los capítulos séptimo, octavo y noveno contienen la defensa de los puntos fundamentales de la tesis, a saber, la versión disposicionalista del REO como alternativa a las variantes no-eliminativistas conocidas, y la tesis de que en el marco de esta variante puede construirse una posición novedosa en el debate acerca del Realismo Nomológico. Esta idea hace justicia, además, a las conclusiones alcanzadas en el capítulo segundo respecto de la relación entre el RC y las distintas posiciones que pueden adoptarse respecto de la modalidad y las leyes de la naturaleza. En el marco general que ofrece la defensa de mi versión disposicionalista, ambos capítulos procuran evaluar las principales versiones del REO a la luz de los problemas de la modalidad y las leyes, brindando análisis críticos en dos perspectivas adicionales a las transitadas en los tres capítulos precedentes.

Por último, en el capítulo décimo me ocupo de una cuestión que ha constituido un motivo de preocupación en cuanto a los alcances del REO más allá de los límites en los que habitualmente tiene lugar su discusión. Intento reconstruir las opiniones más habituales respecto de cuál es el marco más adecuado para la formulación del REO. Más allá de los detalles, se tiene por cierto en general que este marco incluye un compromiso con la concepción semántica de las teorías donde las nociones de verdad y referencia

quedan relegadas. Contra esta opinión general, intento mostrar que los compromisos metafísicos y epistémicos del REO son compatibles con una concepción tradicional de las teorías científicas, como así también con abordajes clásicos al problema de la verdad, la referencia y el cambio teórico.

Capítulo 1. Los orígenes de la tradición estructuralista

1. Introducción

La expresión 'Realismo Estructural' (RE) fue introducida por Maxwell (1968) para nombrar una posición alternativa a otras formas de realismo, su objetivo entonces era clarificar algunas intuiciones presentes en la obra de Schlick y (fundamentalmente) Russell. Dos décadas más tarde Worrall lleva esta posición al centro del debate contemporáneo entre realistas y antirrealistas científicos, inaugurando la última y más fértil etapa de la polémica. El RE es capaz, según Worrall, de dar cuenta satisfactoriamente de las intuiciones que sustentan los argumentos principales de ambos contendientes en esta disputa: los llamados *argumento del 'no milagro'* (ANM) y la *meta-inducción pesimista* (MIP). La tesis central del RE señala los aspectos estructurales del mundo inobservable como el factor de continuidad epistémica a lo largo del cambio teórico, a lo largo de la historia ha habido una creciente acumulación de conocimiento sobre el mundo inobservable, pero sólo acerca de su estructura. De ese modo Worrall pretende insertarse en la polémica entre realistas y antirrealistas científicos salvando *lo mejor de ambos mundos*. Desde entonces el RE ha motivado variadas discusiones, y ha visto nacer bajo su sombra todo un abanico de matices y posiciones. Una de las más importantes surgió a partir de que Ladyman (1998) distinguiera entre un Realismo Estructural Epistémico (REE), correspondiente a la formulación de Worrall, y un Realismo Estructural Óptico (REO) que apuesta por una reconceptualización metafísica de los objetos en términos puramente estructurales. El RE (tanto en su versión epistémica como óptica) ha sido un tópico de importancia en la filosofía de la ciencia contemporánea, pero sus raíces conceptuales se hunden en las

tempranas reflexiones metacientíficas del siglo XX. En este capítulo me propongo (a) hacer patente el hecho de que el RE constituye la coronación de una tendencia epistemológica que propongo llamar 'tradición estructuralista', cuyo rasgo central ha consistido en poner el foco sobre las relaciones existentes en el mundo natural (observable y, fundamentalmente, inobservable) más que en la naturaleza de las entidades o propiedades que guardan esas relaciones, (b) mostrar que pese a ese rasgo común, las distintas posiciones que han ido constituyendo esa tradición en general, y las diversas inflexiones del RE en particular, no han ofrecido una noción uniforme y precisa de *estructura*. Para ello reviso brevemente algunas propuestas acerca de las manifestaciones históricamente más remotas de esta tradición, deteniéndome luego en el análisis de las propuestas de Poincaré y Duhem, asimismo abordo la alternativa de Russell y la objeción presentada por Newman, que terminó por constituirse como uno de los mayores obstáculos para toda forma de REE. Expongo además el desarrollo que las tesis estructuralistas tuvieron en el marco de posiciones ligadas al Empirismo Lógico, y describo el tránsito hacia las formulaciones contemporáneas del RE; en tal sentido se destaca especialmente la posición de Maxwell como un puente entre dos etapas diferenciadas de la polémica; ese análisis abre el juego para la posterior exposición crítica de la propuesta de Worrall y Zahar. Finalmente examino desde una perspectiva histórica dos importantes variantes de la mirada estructuralista sobre el conocimiento científico, que ejercen una fuerte influencia sobre los debates actuales: el REO y el Estructuralismo Empirista de van Fraassen.

2. Los orígenes de la tradición estructuralista

Las mencionadas variantes del RE se insertan en el debate contemporáneo sobre el Realismo Científico cargando el peso de un impulso histórico que las excede por mucho y que bien podríamos llamar 'tradición estructuralista'. La variedad de formas que ésta ha tomado y la debilidad con que sus primeros compases han sonado en la historia hace complejo brindar una caracterización unívoca. Pese a ello, su interés primordial en las relaciones por sobre los *relata* ha sido su rasgo distintivo.

Worrall (1989) sostiene que debemos buscar los orígenes de la tradición estructuralista en la obra de Poincaré. McMullin (1990) prefiere enfatizar el rol crucial de Duhem en el trazado de los lineamientos fundantes del estructuralismo. Ambos, sin embargo, destacan a Russell como el primero en ofrecer una posición completa y articulada que sin anacronismos pueda ser cabalmente tenida por un realismo estructural. Sin dudas estos tres autores han sido antecedentes cruciales e ineludibles para el estructuralismo

contemporáneo, y no hay crónica histórica que dude de ello. Sin embargo recientemente se ha procurado buscar indicios de esta tradición más allá de ellos, en lo que constituiría algo así como la prehistoria de la tradición estructuralista. Para van Fraassen (1997) el surgimiento de las geometrías no euclidianas fue un indicio de un cambio de actitud respecto de las representaciones del mundo físico, a partir del que se comenzó a admitir que no existía una manera privilegiada de representar el espacio y el mundo físico en general. En un trabajo más reciente, van Fraassen (2006b) ha defendido la idea de que los antecedentes del realismo estructural pueden encontrarse ya en el siglo XVII, en el rumbo que ha marcado la teoría newtoniana. Afirma que el hecho de que dicha teoría haya terminado por adoptar descripciones sumamente abstractas y matemáticamente complejas del mundo físico ilustra el impulso de una tendencia 'estructuralista', como opuesta a una de 'reificación'. Mientras que esta última tiende a una interpretación ingenua y más bien literal de lo que en una teoría se propone, a medida que el andamiaje teórico se va complejizando y alejando de las representaciones intuitivas, se comienza a intentar capturar la realidad en sus aspectos más abstractos o matematizables.

Con todo, el interés arqueológico por encontrar actitudes o conceptos proto-estructuralistas no puede soslayar el hecho de que las primeras posiciones que encarnan de modo patente tendencias estructurales no aparecen sino hasta comienzos del siglo XX. Veamos, por tanto, sus exponentes más salientes.

2.1. Las relaciones como una ventana a lo incognoscible

Toda una tradición en el comentario filosófico ha hecho que el nombre de Poincaré sea asociado casi de manera automática al convencionalismo. Con todo, una nueva línea de interpretación, en la que se encuentran Worrall (1989; 1994), Zahar (1996; 2001), Psillos (1995; 1999), Gower (2000), pretende catalogarlo como el primer exponente del REE, es decir, como el primero en sostener que el conocimiento que las teorías aportan sobre la realidad se limita a las relaciones existentes entre los componentes del mundo físico (i.e. a la estructura que éstas establecen) dejando fuera toda descripción acerca de la naturaleza de esos componentes. La mencionada línea de interpretación no ha dejado de mencionar la influencia que la filosofía kantiana ejerció sobre Poincaré. Para el científico y filósofo francés, Kant era en efecto una pieza fundamental en la comprensión del conocimiento en general, y de la ciencia en particular. Pero, contrariamente a las enseñanzas de su referente, Poincaré pensaba que las cosas en sí eran al menos en cierta medida cognoscibles, ya que las identificaba con aquellas entidades no fenoménicas que son responsables de la experiencia tal como pueden ser

descritas por el discurso científico. Ahora, ¿qué tipo de conocimiento podemos esperar tener de esas entidades? Según él, “el objeto de la ciencia no son las cosas en sí mismas, como los dogmáticos en su simplicidad imaginan, sino las relaciones entre las cosas; fuera de esas relaciones no hay nada cognoscible” (Poincaré 1952: xxiv). Otro punto que los comentaristas han coincidido en señalar es que la motivación principal para el estructuralismo de Poincaré no reside en emprender una reconstrucción conceptual o normativa de la práctica científica, sino una interpretación de sus fundamentos epistémicos que haga justicia a la historia de la ciencia. Tal como ésta caía bajo su mirada presentaba dos aspectos antagónicos, que no son más que las mismas intuiciones que en nuestros días condujeron a los argumentos del no-milagro y la MIP. Por una parte, las teorías no pueden ser simples “recetas prácticas” para hacer predicciones, dado que ello nos obligaría a atribuir su éxito al mero azar. Por otra parte, sin embargo, lo que vemos es que “las teorías duran solamente un día, y las ruinas se acumulan sobre ruinas”; pero a pesar de ello “hay algo en ellas que usualmente sobrevive. Si una de ellas nos enseña una relación verdadera, esta relación está adquirida definitivamente, y será encontrada nuevamente bajo un nuevo disfraz en las teorías que sucesivamente vengán a regir en lugar de la antigua.” (Poincaré 1946: 351). Aquello que para Poincaré garantiza la unidad del conocimiento científico a lo largo del cambio teórico es el hecho de que éste describe exitosamente las relaciones reales que las entidades inobservables mantienen. Ya en Poincaré está presente la idea de que esas realidades son capturadas por las ecuaciones matemáticas de las teorías. Esta actitud queda magistralmente ilustrada en su análisis del pasaje de la teoría ondulatoria de Fresnel a la teoría electromagnética de Maxwell.

La teoría de Fresnel permite hacer esto [predicciones de fenómenos ópticos] tan bien como se hacía antes del tiempo de Maxwell. Las ecuaciones diferenciales son siempre verdaderas (...) ellas expresan relaciones, y si esas ecuaciones permanecen verdaderas, es porque esas relaciones conservan su realidad. Ellas nos enseñan ahora, como lo hicieron entonces, que existe tal y cual relación entre esta cosa y aquella; solamente que aquella cosa que entonces llamábamos movimiento, la llamamos ahora corriente eléctrica. Pero esos son meramente nombres para las imágenes con las que sustituimos los objetos reales que la Naturaleza esconderá por siempre a nuestros ojos. (Poincaré 1952:160-1)

Queda de manifiesto que si bien los cambios sucesivos de ontología son buenas razones para suponer que las teorías no nos proveen de un conocimiento acerca de la

naturaleza de las entidades del mundo físico, la continuidad en las ecuaciones debe interpretarse como la adquisición acumulativa de un conocimiento acerca de las relaciones que esas entidades guardan, en otros términos, de la estructura de ese mundo. Poco hay que añadir a esas ideas para obtener formulaciones contemporáneas del REE, y así lo han visto varios defensores contemporáneos de dicha posición.

Con todo, algunas notas específicas de la noción de estructura presente en los desarrollos de Poincaré ameritan ganar mayor visibilidad, no para relativizar el rol de esta filosofía como antecedente del RE, sino para dotar al análisis histórico de una mayor profundidad. Me detendré en dos aspectos centrales. En primer lugar, el rol de la estructura matemática que pretende tener modelos en el mundo inobservable ha recibido un énfasis tal vez excesivo en la reconstrucción de Worrall, que acabó por sugerir al menos implícitamente que el conocimiento estructural preservado se agota en las relaciones entre inobservables. Esa sugerencia no es en sí misma errada si se la interpreta adecuadamente: todo cuanto subyace a la realidad fenoménica es inobservable, aquellas cosas *en sí* que escapan al plano de la experiencia dejan en nuestros desarrollos científicos la huella de un conocimiento objetivo estructural, pero en ese sentido particular los átomos no son diferentes de las sillas o las piedras. En otras palabras, es nuestro conocimiento de la realidad física en general el que tiene un carácter estructural, lo que pone distancia entre el RE de Poincaré y las formulaciones que siguieron a Worrall. Como veremos luego, éstas restringen el estructuralismo a las entidades inobservables mientras que mantienen un realismo del sentido común (o realismo directo) respecto de las observables. Este matiz kantiano se relaciona íntimamente con el segundo aspecto en el que considero importante poner el acento, no sólo por su naturaleza, sino por tener como resultado un distanciamiento relativo de la propuesta de Poicaré respecto de las diversas formulaciones actuales del RE. Mucho se ha insistido en la relación entre el andamiaje matemático de las teorías y la naturaleza estructural del conocimiento científico, así como en que “la única realidad objetiva consiste en las relaciones entre las cosas” (Poincaré 1952:352), pero se ha soslayado el hecho de que dichas relaciones —los constituyentes de las estructuras que Poincaré invoca— son *reales* en un sentido muy estrecho, que a todas luces es diferente del que asumen las posiciones contemporáneas: “[S]in dudas esas relaciones (...) no pueden ser pensadas más allá de la mente que las concibe”, es por ello que si se les adscribe un carácter *objetivo* es sólo en tanto “ellas son, van a resultar, o continuarán siendo, comunes a todos los seres pensantes” (Poincaré 1952:352). Las estructuras descritas por las teorías no son aquellas presentes en la realidad en sí misma, no reflejan la estructura del mundo independiente de referenciales mentes que las conciben, por el

contrario caen del lado de esas mismas mentes, como determinaciones para todo conocimiento posible que ellas puedan formular. Como ya he señalado, estas observaciones no pretenden cuestionar el rol de Poincaré como un antecedente ineludible del RE, sino simplemente señalar que la noción de *estructura* que subyace a su formulación no puede identificarse sin más con la concepción que comparten las variantes del REE en la actualidad.

Al igual que Poincaré, Duhem ha sido fuertemente y por muchos motivos asociado al convencionalismo, su proximidad teórica con las tesis holistas posteriormente formuladas por Quine fue uno de ellos. Worrall (1989), Chakravartty (1998), Gower (2000), y Zahar (2001) lo proponen sin embargo como un precursor del RE, pese a que casi unánimemente reconocen que los pasajes en los que esa tendencia se manifiesta deben ser seleccionados entre muchos otros que lo filiarían claramente al instrumentalismo. Una distinción capital en la obra de Duhem ha señalado que toda teoría tiene una parte *explicativa* y otra *representativa*. Según él, la parte *explicativa* es aquella que pretende capturar la realidad que subyace a los fenómenos, es decir, el mundo inobservable; mientras que la *representativa* se ocupa de clasificar las leyes que describen regularidades. Estas dos partes guardan una relación de dependencia, ya que la explicativa es parasitaria respecto de la representativa: todo el éxito empírico de una teoría se funda en su aspecto representativo, del cual el explicativo depende. La cuestión reside entonces en cuál es el rol epistémico que esta parte representativa tiene. Si se tratase de meras herramientas de cálculo para la derivación de predicciones, la posición de Duhem sería claramente instrumentalista. Si se tratase de un conjunto de descripciones verdaderas del mundo fenoménico (es decir, de consecuencias observacionales exitosas) que articulan con un aparato explicativo que lo trasciende, pero con el cual el científico no tiene por qué comprometerse, bien podría pensarse que esta posición anticipa el estructuralismo empirista de van Fraassen. Si en cambio se pensase que la faz representativa de las teorías refleja las relaciones entre entidades cuya naturaleza permanece oculta, entonces las pretensiones de acercar a Duhem a la tradición estructuralista son fundadas. El siguiente pasaje sugiere esa posibilidad:

estamos convencidos de que ellas [las relaciones empíricas postuladas por las teorías] corresponden a relaciones similares entre las sustancias mismas, cuya naturaleza permanece profundamente escondida pero cuya realidad no parece dudosa. (Duhem 1991:26)

Esa apelación a 'naturalezas escondidas' es coherente con ciertos pasajes en los que

se entrevén matices realistas. Un caso interesante es su afirmación de que “un físico no puede creer (...) que un sistema capaz de ordenar tan simple y fácilmente un vasto número de leyes, tan dispares en una primera mirada, sea un sistema puramente artificial”. Es decir, que es imposible para un físico creer que el éxito de las teorías físicas es “una maravillosa proeza de azar”. La creencia que juzga más adecuada en ese contexto es que las teorías representan “las relaciones reales entre las realidades invisibles” (Duhem 1991:28).

Pese a ello, el rol de Duhem en la tradición estructuralista se ve desdibujado, en primer término, por el hecho ya anticipado de que interpretaciones rivales encuentran apoyo similar en otras partes de su obra. En segundo lugar, porque incluso ignorando ese punto, la idea de relaciones entre *sustancias ocultas* o entre *realidades invisibles* no encuentra una formulación lo suficientemente clara y completa como para cristalizar en una noción definida de *estructura*.

2.2. Estructura abstracta y conocimiento inferencial

Ha sido Russell el primero en ofrecer una posición completa y articulada que merezca el nombre de RE, en este caso en su versión epistémica. Los primeros trazos de esa posición pueden ser encontrados en su obra *The Problems of Philosophy* (1912), en la que desarrollando un proyecto epistémico fundacionista que toma como base los datos sensoriales para la construcción del conocimiento, impulsa la idea de que esos datos son en realidad causados por objetos físicos, pero afirma que respecto de esos objetos físicos sólo podemos conocer sus relaciones: “podemos conocer las propiedades de las relaciones requeridas para preservar la correspondencia con los datos sensoriales, pero lo que no podemos saber es la naturaleza de los términos entre los cuales esas relaciones ocurren” (Russell 1912: 15-16)

En su obra *The Analysis of Matter* (1927) Russell redondea esta posición convirtiéndola en un capítulo de un extenso desarrollo en el que pretende brindar una reconstrucción de la ciencia en general, y de la física en particular, a partir de una teoría causal de la percepción. Nuevamente son los datos de los sentidos los únicos objetos directos de conocimiento empírico, a partir de los cuales inferencialmente podemos conocer algo acerca de aquellos factores no sensoriales que los causan. En el marco de cierta prudencia Russell deja de hablar de 'objetos físicos' para tratarlos como las 'causas externas de la percepción'. En cualquier caso, respecto de lo único que podemos arribar a un conocimiento completo, que incluya la naturaleza intrínseca de su objeto, es respecto de los perceptos, pero no de sus causas. Para delinear esta posición se vale

de dos principios básicos. El primero de ellos ha sido posteriormente bautizado por Psillos (1999) como el Principio Helmholtz-Weyl (H-W), dice que “asumimos que diferentes perceptos tienen diferentes *stimuli*” (Russell 1927:255), es decir, que diferentes efectos (perceptos) implican diferentes causas. El segundo es el Principio de Reflexión de las Relaciones (RR), y afirma que las relaciones entre perceptos reflejan (i.e. tienen las mismas propiedades matemáticas que) las relaciones entre sus causas no perceptuales. Lo que se desprende de la operación conjunta de estos dos principios es que si bien no pueden ser conocidas las naturalezas intrínsecas del mundo físico, se puede en gran medida inferir su estructura a partir de la estructura de nuestras percepciones. Más precisamente, los principios garantizan que la estructura del mundo físico es isomórfica respecto de la estructura de nuestra percepción. Pero dado que el isomorfismo estructural es el límite para nuestro conocimiento de las relaciones que tienen lugar en el mundo físico, lo único que podemos saber es que éste tiene al menos una estructura de relaciones isomórfica respecto de la estructura de la percepción, es decir, nuestro conocimiento del mundo externo se agota simplemente en aquello que puede ser garantizado por el isomorfismo.

A fin de clarificar este punto tal vez convenga echar mano a la distinción que Readhead (2001) traza entre *estructura abstracta* y *estructura concreta*. A una estructura concreta corresponden un dominio determinado y una clase de relaciones determinadas entre los elementos de ese dominio. Es decir, en una estructura concreta tanto los elementos del dominio como las relaciones entre ellas están especificados. La noción de estructura abstracta (que es parasitaria respecto de la de estructura concreta) corresponde a la de una estructura cuyo dominio y clase de relaciones no queda especificada sino por la adjudicación de un isomorfismo respecto de una estructura concreta dada, en otras palabras, respecto de una estructura concreta podría definirse una estructura abstracta, que no es otra cosa que la clase isomórfica cuyos miembros son solamente las estructuras isomórficas a ella. Mientras que en una estructura concreta puede conocerse tanto la naturaleza específica de los elementos de su dominio, como el tipo de relaciones que ellos guardan, en una estructura abstracta el conocimiento se limita a las propiedades matemáticas de las estructuras que son isomórficas a una estructura concreta dada.

Así, la visión de Russell podría ser descrita del siguiente modo: el mundo observable instancia una estructura concreta cuyos elementos son perceptos, definida a partir de las relaciones que postulamos/descubrimos entre ellos. Por un mero proceso de abstracción a partir de la estructura concreta de nuestra percepción puede obtenerse una estructura abstracta, i.e., la clase de todas las estructuras isomórficas a ella. Ahora

bien, por apelación a los principios H-W y RR podemos inferir la existencia de una estructura concreta en el mundo físico que es isomórfica a la del mundo percibido, y cuyos elementos constituyentes (los objetos de su dominio) son causalmente responsables de los elementos constituyentes de la estructura de la percepción. Hay un proceso de abstracción que va desde la estructura concreta de lo observable hasta una estructura abstracta cuyos miembros son todas las estructuras isomórficas a la primera, pero por una deducción mediada por los principios puede inferirse que hay una estructura concreta miembro de la clase definida por la abstracta que es la estructura que corresponde al conjunto de entidades físicas que son responsables de los objetos de nuestra percepción. Es preciso destacar que la diferencia entre un objeto físico del sentido común (e.g. una montaña) y un objeto físico postulado por la ciencia (e.g. un campo magnético) es, simplemente, una diferencia que involucra, en todo caso, un grado más complejo de construcción. Ambos son, en sentido estricto, igualmente inobservables según esta doctrina. Ahora bien, ¿qué es lo que conocemos de esas entidades? Que instancian la misma estructura abstracta que nuestra percepción.

La precisión conceptual de Russell al brindar su fundamentación del conocimiento estructural del mundo físico, inédita en quienes habían ensayado sugerencias similares, no implicó la ausencia de inconvenientes. Apenas un año después de la publicación de *The Analysis of Matter*, Newman realiza una reseña de esta obra que incluye una de las objeciones clásicas al REE, por ello conocida como la Objeción de Newman, cuya relevancia histórica la hace un suceso ineludible en cualquier relato sobre el desarrollo de la tradición estructuralista. Según Newman la pretensión de que tenemos un conocimiento puramente estructural del mundo que hace total abstracción de sus aspectos cualitativos (es decir, de la naturaleza intrínseca de esas entidades y del aspecto intensional de las relaciones que guardan) implica la trivialización de ese conocimiento. El REE diría en suma que “hay una relación R tal que la estructura del mundo exterior con referencia a R es W” (Newman, 1928 p. 144). En otras palabras, el realista estructural epistémico sabe que el mundo exterior tiene *una* estructura conformada por *ciertas* relaciones, pero su modestia epistémica le impide conocer de qué relaciones específicas se trata. Ahora bien, esa caracterización de nuestro conocimiento del mundo exterior, señala Newman, no difiere de lo que está implicado por el siguiente teorema de la lógica: “Para cualquier agregado A, puede ser encontrado un sistema de relaciones entre sus miembros que tenga asignada una estructura compatible con el número cardinal de A” (1928 p. 140). Según este teorema, la mera cardinalidad implica que existen múltiples sistemas de relaciones que pueden instanciarse en ese conjunto. Si el realista estructural epistémico afirma que de la

estructura de la percepción puede inferirse la estructura del mundo físico, no está diciendo nada acerca de éste (a excepción de señalar su cardinalidad) que no se siga de la pura lógica. Puesto en otros términos, si asumimos por vía de RR y H-W que el agregado de nuestras percepciones tiene la misma cardinalidad que el agregado de sus causas, afirmar que el segundo tiene una estructura isomórfica a la estructura del primero es realizar una aserción absolutamente trivial, en tanto cualquier agregado de individuos puede instanciar la estructura que queramos a condición de que sea compatible con su cardinalidad. ¿Qué es lo que se requiere, según Newman, para que nuestro conocimiento del mundo no sea trivial?: poder determinar qué sistema de relaciones específico instancia el mundo físico, es decir, los aspectos intensionales de estas relaciones. Pero hacer eso implica abandonar el REE. El segundo paso de la objeción entonces está dado, y ésta toma ahora la forma de un dilema: o bien el defensor de REE se resigna a que el conocimiento acerca del mundo sea, a excepción de aserciones sobre su cardinalidad, trivial y *a priori*, o abandona las restricciones estructuralistas y por lo tanto su propia posición.

Para ilustrar más cuidadosamente la objeción podemos servirnos de un ejemplo que el mismo Newman utiliza en su trabajo.

Sea 'A' una clase de objetos dada, y 'R' una relación que se mantiene entre ciertos subconjuntos de A. Sea 'B' un segundo conjunto de objetos, también provisto con una relación 'S' que se mantiene entre ciertas subclasses de sus miembros (...) Por ejemplo, A podría ser un conjunto aleatorio de personas, y R la relación diádica de conocerse entre sí. Un *mapa* de A puede ser trazado haciendo puntos en un pedazo de papel que representen a cada persona y uniendo con una línea aquellos pares de puntos que representan personas que se conocen. Tal mapa es en sí mismo un sistema, B, que tiene la misma estructura que A, la relación que se genera, S, es en este caso 'estar unido por una línea'. (1928 p. 139)

A pesar de ser extensionalmente diferentes, S y R instancian la misma estructura abstracta. En nuestro ejemplo, conocemos tanto los aspectos intensionales de la relación como la naturaleza de los objetos incluidos en las tuplas ordenadas que la conforman. Pero esa no es la situación que el REE plantea respecto del mundo. Para convertir el ejemplo en una analogía debiera considerarse que tenemos la hoja de papel con los puntos y las líneas trazadas en ella y que sabemos también (o al menos suponemos) que esos trazos que vemos en el papel (i.e. en el conjunto B) están causados por, y se corresponden con, elementos de un conjunto A del que

absolutamente nada sabemos. En ese cuadro, si admitimos (por vía de la adopción de principios independientes) que existe una relación biyectiva entre los elementos de A y B, la única información relevante que la pieza de papel nos provee es que el conjunto A tiene la misma cardinalidad que el conjunto B, es decir, que en el conjunto A hay tantos elementos como puntos en nuestra hoja de papel. El isomorfismo estructural, sin embargo, no es novedad alguna en tanto se sigue lógicamente de esa afirmación¹.

Russell brindó una noción precisa de *estructura* capaz de articular con sus convicciones empiristas acerca del origen del conocimiento y su teoría causal de la percepción. Como ha quedado de manifiesto, el conocimiento estructural obtenido inferencialmente no se limita a las entidades inobservables postuladas por la ciencia, en sentido estricto toda entidad es 'inobservable' y todo nuestro conocimiento de la realidad estructural, rasgos que exponen cierta continuidad respecto de las ideas de Poincaré, como así también una tensión con las versiones actuales del RE. El problema presentado por Newman mostró las limitaciones inherentes al enfoque russelliano. En una carta dirigida a Newman, Russell admite sentirse "de algún modo avergonzado por no haber reconocido [él mismo] el problema" (Russell 1968:176). En esa misma misiva ensaya los lineamientos de una posible respuesta (orientada a adicionar un conocimiento de las propiedades espaciotemporales de los estímulos. Sin embargo, su desarrollo efectivo nunca tuvo lugar en su obra posterior. La objeción de Newman constituye aún hoy día, como veremos, el desafío más importante para toda formulación del REE —incluso para algunas que difieren sustancialmente del relato russelliano—, y hay un relativo consenso respecto de que dicho desafío no encuentra una solución aceptable dentro de los límites de la posición.

3. Trazos de estructuralismo: el Empirismo Lógico

En torno a los pilares fundamentales de la tradición en la que procuro situar al RE —propuestas que fueron o bien iniciáticas o bien que retomaron el carácter sistemático del REE de Russell— puede identificarse el surgimiento de algunas posiciones que dieron nuevas pinceladas al cuadro estructuralista. Me centraré en aquellas vinculadas de modo más o menos directo con el Empirismo Lógico. La influencia de uno de sus fundadores, Moritz Schlick, sobre el pensamiento de Russell ha sido recientemente señalada por Demopoulos y Friedman (1985). Es de destacar, por ejemplo, que en su

¹ Un interesante recorrido histórico conceptual por el devenir de esta objeción puede encontrarse en Ainsworth (2009).

obra *General Theory of Knowledge* (1925) sostiene al igual que Russell una diferencia entre cualidad/contenido y estructura, postulando que nuestro conocimiento acerca del mundo se restringe exclusivamente a la última. Sin embargo, a diferencia de Russell, Schlick cree que nuestro conocimiento de la estructura del mundo no es inferencial ni está anclado a cierto conocimiento *intuitivo* del contenido de nuestras percepciones. La clave para entender la naturaleza del conocimiento estructural tal como Schlick lo concibe se encuentra en su distinción entre *conocimiento conceptual* (*conceptual knowledge*) y *saber intuitivo* (*intuitive acquaintance*). Mientras que este último presupone un contacto directo o 'confrontación' de un objeto conocido, y sólo de él, el conocimiento conceptual implica relacionar dicho objeto con algún otro, es decir, incorporarlo en algún sistema conceptual (Schlick, 1925, pp. 82-83). Lo central es notar que el saber intuitivo (propio, por ejemplo, de la experiencia directa con los objetos del sentido común) no comporta conocimiento en sentido estricto. Es así que incluso si fuese posible tener un saber intuitivo acerca de las entidades inobservables postuladas por las teorías eso no constituiría un auténtico conocimiento. Éste implica la aplicación de conceptos que revelen la estructuración de la realidad, lo que en ciencia toma la forma de ecuaciones. Es así que "las ecuaciones de Maxwell nos revelan la 'esencia' de la electricidad, las ecuaciones de Einstein la esencia de la gravitación. Con su ayuda, somos capaces de responder todas las preguntas que puedan surgir con respecto a los objetos de la naturaleza" (Schlick 1925:242). Pero esta estructura de la que tenemos conocimiento conceptual no debe ser entendida como una realidad completamente independiente de la mente, como Gower observa

Algunos principios científicos deben ser impuestos por nosotros sobre la realidad, más que por la realidad sobre nosotros, si nuestra experiencia y la consecuente teorización científica han de contar como experiencia de, y teorización sobre una realidad objetiva. Hay, en otras palabras, principios que son constitutivos de los objetos de la experiencia y la teoría. (Gower 2000:100)

El ingrediente kantiano de la filosofía de Schlick exige una interpretación que alinea sus desarrollos con los aspectos correspondientes de la posición de Poincaré, y por lo tanto, muestra ambas propuestas como equidistantes de los presupuestos del RE contemporáneo.

La influencia de Cassirer sobre algunos de los miembros del Círculo de Viena es bien conocida, en especial su estrecha relación con Schlick. Los rastros de ese vínculo han

quedado plasmados en varios puntos de continuidad en la obra de ambos, entre los que se destacan algunas intuiciones estructuralistas. De modo coherente con ciertas afirmaciones de Schlick, para Cassirer "los objetos de la física son en sus conexiones nómicas, no tanto 'signos de algo objetivo' como signos objetivos que satisfacen ciertas condiciones y demandas conceptuales. De ello se desprende (...) que nunca sabemos cómo son las cosas en sí mismas, sino sólo en sus relaciones mutuas" (Cassirer 1953:304). La dependencia de los objetos físicos respecto de las relaciones en las que se inscriben es, sin embargo, mucho más marcada en los planteos de Cassirer, y su mismo carácter de 'objetos' parece ser no mucho más que una consecuencia de su posición en un sistema determinado de relaciones. Es así que afirma que "esas 'cosas' (...) no son asumidas como existencias independientes, presentes con anterioridad a cualquier relación, sino que adquieren todo su ser (...) en primer lugar en, y con, las relaciones que se predicán de ellas" (Cassirer 1953:36).

Estos matices han motivado a French y Ladyman (2003, pp. 38-41) a recurrir a la obra de Cassirer para reconstruir en perspectiva histórica los antecedentes de su propia propuesta. Según ellos Cassirer no sería solamente una pieza más en el entramado de la tradición estructuralista, sino el precursor de una de las más recientes variantes del RE, el REO. Para sostener esta interpretación, apelan al hecho de que, altamente influenciado por los revolucionarios resultados que las teorías cuántica y relativista obtenidos en su época, Cassirer explícitamente pretende refundar el modo de concebir ontológicamente al menos algunas de las entidades claves postuladas por esas teorías. Para él "no tiene sentido adscribir [a los electrones] una existencia definida y estrictamente determinada, que de todos modos, es absolutamente inaccesible para nosotros" (Cassirer 1936:178). Según esta idea, los electrones no deben ser concebidos como individuos sino simplemente "pueden describirse como 'puntos de intersección' de ciertas relaciones" (Cassirer 1936:180). Si bien no hay menciones explícitas a la noción de estructura en su caracterización del tipo de conocimiento del que la ciencia nos provee, pasajes como el anterior brindan sobradas razones para tener a Cassirer como uno de los precursores en la tarea de ofrecer una descripción puramente estructural de las entidades del mundo microfísico que trascienda el plano meramente epistemológico, postulando un carácter esencialmente estructural para su constitución ontológica. Pese a ello, nuevamente —y en estrecha relación a las líneas de continuidad trazadas con el pensamiento de Poincaré y Schlick— han de tenerse en cuenta las determinaciones ontológicas y epistémicas del espíritu kantiano de la obra de Cassirer a fin de evaluar su contribución a los desarrollos posteriores del RE.

Rudolf Carnap, uno de los más notables miembros del Círculo de Viena, no puede

considerarse bajo ninguna interpretación razonable como un defensor de ninguna forma de RE. De hecho, es dudoso que pueda tenerse su filosofía como un *antecedente* de dicha posición, incluso en el sentido más laxo. Sin embargo sus trabajos exponen un ejemplo de cómo los compromisos estructuralistas pueden ser elevados a un rol programático de suma importancia dentro de una propuesta epistemológica. Como es bien sabido, para Carnap todos los conceptos científicos debían ser definidos explícitamente en un marco común de base fenomenalista². Si bien el sustento epistémico está dado por la experiencia privada, el carácter objetivo del conocimiento es ganado en una descripción puramente estructural que posibilite la comunicación. Vale la pena dedicar espacio a un célebre pasaje del *Aufbau* que ilustra este punto:

La ciencia quiere hablar acerca de lo que es objetivo, y lo que no pertenece a la estructura sino a lo material (es decir, cualquier cosa que se pueda señalar en una definición ostensiva concreta) es, en última instancia, subjetivo. Puede verse fácilmente que la física está casi por completo des-objectivizada, ya que casi todos los conceptos físicos se han transformado en conceptos puramente estructurales (...) Desde el punto de vista de la teoría de la construcción, este estado de cosas debe describirse de la siguiente manera. La serie de experiencias es diferente para cada sujeto. Si queremos lograr, a pesar de esto, un acuerdo en los nombres para las entidades que se construyen sobre la base de estas experiencias, ello no puede hacerse entonces por referencia a contenidos completamente divergentes, sino sólo a través de la descripción formal de la estructura de estas entidades. (Carnap, 1928, §16)

Debe remarcarse, sin embargo, que el compromiso estructuralista no es ontológico, ni análogo al que puede encontrarse en variantes del RE. Este rasgo es coherente con su distinción entre *cuestiones internas* y *cuestiones externas* a un marco lingüístico. Para Carnap (1950) la aceptación de una teoría implica la adopción de un marco lingüístico que le es propio, en el que pueden definirse sus términos descriptivos y establecerse relaciones diversas a partir de ciertas reglas. Una vez aceptado el marco cuestiones internas pueden investigarse lógicamente o empíricamente y responderse a partir de las herramientas que el propio marco ofrece, las cuestiones externas son, por el contrario, meras especulaciones metafísicas sin valor cognitivo. Aceptado el marco de los números naturales tiene sentido preguntar si existe un número primo máximo, se trata

² Esta posición fue abandonada en favor del fisicalismo en la última etapa de su obra.

de una cuestión interna cuya respuesta debe buscarse mediante el razonamiento matemático, pero si, en cambio, nos preguntásemos por la existencia de los números en general, estaríamos aventurándonos a una cuestión externa para la que el marco lingüístico que adoptamos no puede tener respuesta. Lo mismo estaríamos haciendo si indagásemos acerca de la existencia de los átomos: ello tiene sentido como una cuestión interna, pero como problema metafísico es cognitivamente vacío.

Los trazos estructuralistas presentes en posiciones vinculadas de modo más o menos directo al Empirismo Lógico presentan rasgos semejantes a las propuestas ya abordadas en sus relaciones de continuidad con las posiciones contemporáneas. Por una parte, los compromisos estructuralistas, sean meramente metodológicos o dirigidos a la caracterización de la realidad objetiva, son suficientemente abundantes como para considerar las filosofías consignadas en esta sección como partícipes de la tradición estructuralista que este trabajo pretende rastrear. En algunos casos —siendo el de Cassirer tal vez el más notorio— las coincidencias conceptuales permiten considerarlas como antecedentes genuinos de vertientes contemporáneas del RE. Por otra parte, sin embargo, algunas características propias de estos desarrollos exponen una notoria discontinuidad con los términos del debate actual. Las raíces kantianas de algunas de estas posiciones ponen en primer plano un aporte *subjetivo* a la estructuración del mundo empírico e inobservable, una faz (común a toda mente, pero al fin y al cabo) mental de la noción de estructura que está completamente ausente en el RE tal como es entendido hoy día. Además, dichas propuestas conservan el legado de una tradición que destaca el carácter estructural del conocimiento de la realidad como una totalidad, lo que se opone a la adopción de un realismo directo respecto de lo observable. En consonancia con lo que he afirmado en la sección anterior, sostengo que estos puntos no impugnan la consideración de alguna de estas posiciones como piezas de la tradición que culmina con el RE, con todo, el análisis de sus componentes estructuralistas ha de llevarse a cabo comprendiendo el contexto específico que tienen en la filosofía de cada autor.

4. Estructura matemática y Oraciones de Ramsey

Grover Maxwell representa un puente entre muchos de los elementos en las posiciones hasta aquí abordadas y los términos en que se conduce el debate actual, principalmente por su adopción de las Oraciones de Ramsey como medio para definir de modo preciso el conocimiento estructural aportado por las teorías. En los años sesenta Maxwell construyó su propia versión del REE fuertemente inspirada, según sus propias palabras,

en la posición de Russell, pero también incorporando algunos trazos kantianos que adjudica a la herencia de Poincaré. Precisamente en clave kantiana sostiene que no podemos acceder al conocimiento del mundo externo, sino sólo al reino de lo fenoménico, pero a diferencia del planteo de Kant, cree que si bien no tenemos acceso directo a las *cosas en sí*, como si lo tenemos al mundo fenoménico, nuestro conocimiento tanto científico como del sentido común es *acerca* de las cosas en sí, y es un conocimiento puramente estructural (Maxwell 1968:155).

Tal como lo hace Russell, Maxwell señala que todo el plano físico está constituido por entidades inobservables, no en el sentido que hoy nos es habitual, sino en uno especial de acuerdo con el cual lo único que contaría como observable serían los datos sensoriales o las impresiones sensibles, todo aquello que sea su causa, sea macro como microfísico, es tenido como inobservable. Nuestro conocimiento de esta totalidad inobservable del mundo se justifica mediante su propia versión de una teoría causal de la percepción tal que “al menos cierta subclase de características de las impresiones sensibles son isomórficas con una subclase de características de los objetos físicos” (Maxwell 1968:156). Para garantizar este isomorfismo, Maxwell apela al principio H-W y al hecho de que las cadenas causales que llegan desde los objetos físicos mismos hasta nuestra sensibilidad preservan sus rasgos estructurales. Admite que, aun cuando no existen razones lógicas o conceptuales que garanticen las similitudes estructurales entre los objetos del mundo y los ítems que constituyen nuestra experiencia, tanto el sentido común como teorías bien confirmadas soportan esa presunción, y que de lo contrario cualquier tipo de conocimiento del mundo se volvería llanamente imposible.

Esta restricción epistémica a los aspectos estructurales es descrita por Maxwell en términos del conocimiento de propiedades de segundo orden (o superiores) de los objetos físicos, y de la ignorancia respecto de sus propiedades de primer orden. De ese modo las propiedades de primer orden del mundo de la percepción (por ejemplo, los colores) no reflejan en cuanto a su contenido o cualidad absolutamente nada de las propiedades de primer orden del mundo físico que tienen por causa.

Tal vez el aporte más central de Maxwell consiste en su apelación a oraciones de Ramsey.

Podemos formular proposiciones que refieran a propiedades inobservables o clases de cosas inobservables cuantificando existencialmente variables de predicado y otros términos puramente lógicos, más términos cuya referencia directa sea observable. Afortunadamente cualquier teoría puede ser transformada sin pérdida significativa de su contenido en una proposición

como ésta. Lo único que se requiere es reemplazar la conjunción de aseveraciones de la teoría por su oración de Ramsey.” (1970:16)

Maxwell sostiene que la proposición resultante de convertir una teoría en su oración de Ramsey refiere, aunque indirectamente, a aquellos ítems que los términos teóricos prescriben. Esa referencia tiene lugar a través de términos cuya referencia directa son ítems de conocimiento inmediato y vocabulario puramente lógico tal como variables, cuantificadores y conectivas (Maxwell. 1970, pp. 182-3). La oración de Ramsey, entonces, no refiere a las propiedades de primer orden directamente, sino indirectamente a través de otras de orden superior, informándonos que ellas existen y diciéndonos cuáles son sus rasgos estructurales. A pesar de las múltiples coincidencias y del hecho de que Maxwell encuentra en Russell a su antecedente más inmediato y más influyente, sus posiciones respecto del REE resultan divergentes. Mientras que la oración de Ramsey preserva la estructura lógica de una teoría, la posición de Russell insiste en que es directamente la estructura del mundo inobservable lo que inferimos a partir de nuestra percepción. Podría pensarse que la estructura de la teoría refleja de algún modo la estructura del mundo, pero esa posibilidad no es adecuadamente desarrollada por Maxwell.

Los aportes estrictamente originales de Worrall al desarrollo del RE no son tan amplios como los debates que su trabajo originó. Su mayor contribución fue hacer explícito el hecho de que el RE parece ofrecer una solución que concilia al ANM y la MIP, intuición que de un modo tácito estaba ya presente en Poincaré. Pese a ello, su artículo de 1989, *Structural Realism: The Best of Both Worlds?*, ha reavivado la polémica en torno a las tesis fundamentales del RE al punto tal de convertirla en uno de los tópicos de debate más frecuentado en la filosofía de la ciencia de nuestros días. Una investigación como la que el lector tienen ante sus ojos sería impensada de no haber mediado el trabajo de Worrall. Como acabo de sugerir, la motivación central de Worrall es brindar una posición que pueda salvar la intuición realista que está detrás del ANM, pero haciendo justicia a la vez a la evidencia histórica que fortalece la intuición antirrealista que ha motivado al argumento de la MIP. La carrera de Worrall tras este objetivo lo lleva a recuperar el espíritu estructuralista de la obra de Poincaré. Haciendo abstracción de la influencia neokantiana de su inspirador, Worrall sostiene que la posición que acaba de bautizar como RE es capaz de salvar las intuiciones básicas de ambos argumentos. Si bien concuerda con los defensores de la MIP en que existe una evidencia incontestable en la historia de la ciencia de una discontinuidad esencial en los postulados teóricos de nuestras (sucesivas) mejores teorías científicas, esa discontinuidad se manifiesta sólo

a nivel de los compromisos ontológicos con la naturaleza de las entidades postuladas por esas teorías. Sin embargo, esa discontinuidad no es tal cuando se atiende al hecho de que las ecuaciones fundamentales de las teorías (al menos en el límite) se mantienen luego del cambio. La supervivencia del andamiaje matemático fundamental de las teorías es para Worrall prueba de que, pese a la posible sustitución de la vieja por una nueva ontología, las teorías describen el entramado de relaciones existente en el mundo inobservable. Los resultados de la MIP no son cuestionados, en tanto y en cuanto la falsedad de las teorías previas sea suficiente para concluir la falsedad de las actuales. Sin embargo, esa falsedad no implica la absoluta discontinuidad del conocimiento científico, pues este va describiendo de modo crecientemente más preciso la estructura oculta del mundo inobservable. Pero la discontinuidad ontológica de nuestras mejores teorías científicas, no implica que su éxito empírico tenga que quedar inexplicado o ser adjudicado a causas milagrosas, es precisamente la continuidad en las descripciones estructurales que las teorías brindan acerca del mundo lo que garantiza su adecuación empírica. Dos puntos centrales han de tenerse en cuenta. En primer término, el conocimiento estructural aportado por las teorías está dado por las ecuaciones matemáticas que son retenidas a lo largo del cambio teórico. Segundo, el compromiso estructuralista se restringe sólo al ámbito inobservable. Fuera de él, nuestro conocimiento es mejor caracterizado por un realismo directo o realismo de sentido común (dicho rasgo es común a la mayoría de las variantes actuales del realismo científico, e incluso a algunas formas de antirrealismo, como el Empirismo Constructivo de van Fraassen).

Worrall describe así su posición: el realista estructural “insiste en que es un error pensar que podemos ‘entender’ la naturaleza de los componentes básicos del universo” (Worrall 1989:122) En cambio, lo que al igual que Newton podemos descubrir son “relaciones entre los fenómenos expresadas en las ecuaciones matemáticas de las teorías, cuyos términos teóricos deber ser interpretados como genuinos primitivos” (Worrall 1989:122). Siguiendo a Poincaré, Worrall toma el caso Fresnel-Maxwell como parte de la evidencia histórica a favor del REE, señalando que la estructura matemática de las ecuaciones se mantiene, al menos en el límite, luego del cambio a la teoría de Maxwell. Ello atestigua un desarrollo esencialmente acumulativo en términos estructurales del conocimiento científico; si bien Fresnel estuvo absolutamente equivocado acerca de la *naturaleza* de la luz —que la luz consiste en vibraciones que son transmitidas a través de un medio omnipresente, el éter—estaba sin embargo probablemente en lo cierto respecto de su *estructura*, i.e. respecto de que los efectos ópticos dependen de *alguna cosa* que vibra en ángulos rectos en dirección de la propagación de la luz, tal como las ecuaciones lo

requerían.

Una cuestión que surge como un evidente desafío para el RE de Worrall es si la continuidad estructural que queda patente en el caso Fresnel-Maxwell es tan sólo un ejemplo histórico afortunado o si refleja adecuadamente el proceso de acumulación progresiva de conocimiento. Readhead (2001) señala que existen algunos ejemplos históricos en los cuales la continuidad estructural es difícil de postular. Sin embargo, para Readhead aun en los casos en los que la discontinuidad en las ecuaciones matemáticas sea abrupta e inapelable, puede rastrearse una cierta afinidad entre la vieja y la nueva estructura:

Estructuras cualitativamente nuevas emergen, pero hay un sentido definido en el cual la nueva estructura crece naturalmente, aunque de modo discontinuo, de la vieja estructura. Para el matemático introducir una métrica en geometría, o una no-conmutatividad en álgebra son movimientos muy naturales. Así que miradas desde la perspectiva correcta, las nuevas estructuras parecen surgir de un modo natural, sino inevitable, de las viejas estructuras. (Readhead 2001:19)

Pese a ello, en mi opinión dos cuestiones deben necesariamente ser planteadas. En primer lugar, definir con precisión lo que significa que si bien dos estructuras matemáticas puedan ser discontinuas, sean a pesar de ello, afines. En segundo término, brindar indicaciones claras respecto de cómo esta suerte de afinidad matemática de dos descripciones estructurales puede garantizar la continuidad del conocimiento.

En trabajos posteriores Worrall y Zahar (2001; y Zahar, 2001) han procurado precisar la noción de continuidad estructural a lo largo del cambio teórico, el resultado fue un abandono paulatino de la idea de que el conocimiento estructural queda plasmado en la estructura matemática de una teoría, en favor de la identificación de tal conocimiento con el contenido de su Oración de Ramsey. Este cambio, sin embargo, no está exento de problemas. Como Demopoulos y Friedman (1985) han objetado, inspirándose en los resultados anticipados por Newman, el REE, en la versión que incorpora Oraciones de Ramsey, colapsa en un mero fenomenalismo salvo por la adscripción de una cardinalidad a cierta parte del mundo inobservable.

5. Repensando el rol de las estructuras

Las posiciones estructuralistas hasta aquí consignadas han compartido dos supuestos fundantes. En primer lugar, que el RE es una tesis epistémica, que pone el límite de lo

cognoscible en los aspectos estructurales de determinado dominio. Segundo, que ese dominio es el de las entidades inobservables. Por diferentes razones y con objetivos antagónicos, ambos supuestos han sido puestos en crisis por dos de las posiciones que han abierto importantes campos de debate dentro de la tradición estructuralista. El primero de ellos es cuestionado por el REO. El segundo, por el EE de van Fraassen. Si bien esta última no es una propuesta realista, su influencia sobre la discusión acerca de carácter estructural del conocimiento científico hace que su inclusión en estas páginas sea ineludible.

5.1. Realismo Estructural Óptico

La formulación de cualquier posición realista estructural ha presupuesto hasta ahora la distinción ontológica fundamental entre relaciones y relata (entidades, objetos, individuos) reconociendo la prioridad ontológica de los segundos. En el mejor de los casos, tal como se ha señalado en la sección precedente, se ha sugerido que la continuidad estructural quedaría más adecuadamente representada por medio de una semántica que tenga las relaciones como prioritarias, pero en cualquier caso esa transformación en el orden semántico deja intacta la suposición inicial y tiene, por el contrario, la función de ilustrar de la manera más cabal posible hasta qué punto ignoramos la naturaleza intrínseca de los constituyentes fundamentales del mundo inobservable: los relata. Pero a partir de una serie de artículos cuyo hito inaugural fue *What is structural realism?* (1998), James Ladyman ha planteado la posibilidad de que la restricción epistémica a los aspectos estructurales del mundo inobservable no sea en realidad restricción alguna, sino que conocemos solamente su estructura, porque ella es lo único que hay. Es decir, el compromiso estructuralista no es ya epistémico sino metafísico.

Según Ladyman, el REE sucumbe ante alguna de las objeciones clásicas que se le han interpuesto, entre ellas, la objeción de Newman. Pero también ante algunas objeciones más recientes, como la planteada por Psillos (1999) respecto de la imposibilidad que el REE tiene para establecer la distinción entre contenido y estructura. En suma, el REE parecería caer en un dilema fatal. Si se limita a los aspectos puramente estructurales (atado a una noción estándar de estructura como superveniente a los individuos) reduce la supuesta continuidad estructural del conocimiento científico a afirmaciones triviales acerca de la posibilidad de establecer relaciones arbitrarias entre un conjunto de objetos desconocidos; pero si busca en cambio superar esta caracterización que trivializa el conocimiento aportado por la ciencia dando cuenta de la supervivencia de información

sustancial acerca del mundo inobservable, entonces requiere una distinción precisa entre estructura y contenido de la cual carece. Esas limitaciones conceptuales se suman al hecho de que el REE deja irresuelta la cuestión de la discontinuidad ontológica a lo largo del cambio teórico.

Pero la radicalización de los compromisos estructurales no se funda exclusivamente en las limitaciones de la versión epistémica del RE, sino que tiene también su origen en una subdeterminación metafísica descrita por la filosofía de la física en relación con la individualidad de las partículas elementales. Esta motivación extra para el REO proviene de ciertas consecuencias de la física moderna, en particular de la física cuántica. En física clásica dos partículas elementales podían ser consideradas indistinguibles con respecto a todas y cada una de sus propiedades, pero pese a ello la discernibilidad, y por tanto la individualidad, quedaban salvadas si se apelaba a la consideración de sus propiedades espaciotemporales. Dicho de otro modo, pese a ser idénticas podían ser así y todo discernibles por encontrarse en lugares y/o momentos diferentes. Pero esa posibilidad queda disuelta en el marco de la teoría cuántica: dos partículas podrían compartir todas sus propiedades, incluyendo sus propiedades espaciotemporales, y aun ser numéricamente *un par* de partículas. Así su naturaleza metafísica queda subdeterminada, en tanto y en cuanto ellas podrían ser vistas tanto como individuos como no-individuos. Pero quebrar esa subdeterminación a favor de la consideración de las partículas como individuos implicaría la apelación a una suerte de propiedad oculta o *ecceidad* medieval para sostener que dichas partículas, pese a ser idénticas e indiscernibles, son individuos independientes. Una solución más modesta consistiría pasar a considerar esas partículas ya no como objetos, sino como puntos de intersección de ciertas relaciones modales objetivas.

La posibilidad de emprender una reconceptualización metafísica de las entidades fundamentales del mundo inobservable postuladas por la ciencia física ha suscitado las más variadas críticas. Algunas de ellas cuestionan la posición en su totalidad poniendo en duda su mera inteligibilidad; otras, en cambio, reconocen su rol como una posición conceptualmente válida dentro del mapa del debate, pero cuestionan sin embargo alguno de sus aspectos constituyentes o ciertas consecuencias filosóficas que parecen desprenderse de ella. Así, se ha imputado a los realistas estructurales ónticos el carecer de una adecuada noción de estructura para dar cuenta de la refundación metafísica que pretenden emprender, como también, entre otras cosas, carecer de las herramientas semánticas necesarias para garantizar la continuidad ontológica y epistémica a lo largo del cambio teórico.

En los debates actuales, la idea de prescindir de la noción de objeto ha ido perdiendo

fuerza con el surgimiento de variantes no-eliminativistas del REO. En este marco, los objetos son solamente considerados dependientes de las estructuras en las que aparecen. Más allá de estas variaciones, ha de destacarse que en el contexto de los debates acerca del REO se han ofrecido nociones sumamente heterogéneas de *estructura*, que van desde la aplicación de la Teoría de Grupos hasta el desarrollo de metafísicas disposicionalistas. Todas esas nociones, sin dudas, difieren notablemente de aquellas presupuestas en las versiones epistémicas del RE. Con todo, el REO se muestra como un programa pujante que no sólo ha suscitado apasionantes polémicas en torno a problemas filosóficos de larga data como la modalidad, la noción de objeto, de individuo o las leyes científicas, sino que ha incorporado debates de vital importancia en la filosofía de la física, acercando así la filosofía general de la ciencia a las filosofías especiales.

5.2. Estructuralismo Empirista

Desde la publicación de *The Scientific Image* en 1980, van Fraassen ha sido uno de los filósofos antirrealistas más influyentes, y su nombre se ha asociado de manera indisoluble al Empirismo Constructivo. En recientes trabajos, sin embargo, ha defendido una posición novel que pretende conciliar su Empirismo con la tradición estructuralista: el estructuralismo empirista (EE). Sumariamente, ha defendido la idea de que pueden rastrearse continuidades estructurales a lo largo del cambio teórico, pero que ellas atañen exclusivamente a la estructura de los fenómenos, y no al plano inobservable. De ese modo, el empirista es capaz de brindar un relato consistente del creciente éxito predictivo de la ciencia sin abandonarse a explicaciones milagrosas. Dado que la adecuación empírica es el criterio de aceptación de una nueva teoría, ésta debe ser capaz de hacer las mismas predicciones y funcionar de modo adecuado en aquellas circunstancias en las que la teoría abandonada lo hacía. Es precisamente esa restricción la que garantiza que el modo en que la nueva teoría representa el mundo preserve los rasgos estructurales propios de la vieja teoría, pero esa continuidad se manifiesta sólo a nivel de la representación de los fenómenos, y no alcanza al mundo inobservable.

Su inserción en lo que he llamado la tradición estructuralista justifica con creces que el EE sea reseñado en este recorrido histórico. Sin embargo, dado su distanciamiento del RE, me limitaré a comentar brevemente dos aspectos problemáticos de su formulación. Pese a que el autor intenta trazar una línea de continuidad entre el Empirismo Constructivo y el EE, la adopción del segundo socava uno de los fundamentos del primero. Mientras que el empirista constructivo permanecía agnóstico respecto de la

existencia de las entidades inobservables y limitaba su compromiso epistémico al conocimiento del plano fenoménico, adoptaba sin medias tintas un realismo semántico, abogando por una interpretación literal de las teorías tanto respecto de sus enunciados observacionales como de aquellos que refieren a entidades inobservables, es decir, la caracterización de las teorías como conjuntos de enunciados a los cuales pueden adscribirse valores veritativos. Pero la adopción del EE se enmarca en un giro de la epistemología de van Fraassen hacia la concepción semántica de las teorías, es decir, hacia una caracterización de las teorías como familias de modelos, en lugar de sistemas de enunciados³.

De acuerdo a la concepción semántica de las teorías, presentar una teoría científica es, en primera instancia, presentar una familia de modelos, esto es, estructuras matemáticas ofrecidas por la representación del objeto de estudio de la teoría. Dentro de las matemáticas, objetos isomórficos no son diferentes de modo relevante; por lo que es apropiado referirse a los objetos matemáticos como "estructuras". Dado que los modelos usados en ciencia son objetos matemáticos, las descripciones teóricas de la ciencia son, por tanto, estructurales (...). Así la concepción semántica implica una posición estructuralista: la descripción que la ciencia hace de su objeto de estudio es puramente estructural. (van Fraassen 1997:522).

Pero la adopción de la concepción semántica implica el abandono del realismo semántico, en tanto ya no tiene sentido hablar de una 'interpretación literal' de los modelos, ni mucho menos adscribirles valores de verdad. El giro estructuralista, con las restricciones empíricas que van Fraassen le quiere imponer, termina por ubicarlo más cerca de un escepticismo instrumentalista que del agnosticismo. De hecho Contessa (2010) ha sostenido que el EE conlleva no sólo la negación del realismo semántico, sino el abandono de su agnosticismo ontológico, ya que implica el rechazo de la tesis del realismo metafísico. En efecto, van Fraassen (2006a; 2006b) niega explícitamente que el mundo (incluso fenoménico) posea una estructura, dada o natural, independiente de la mente y el lenguaje.

Íntimamente relacionada con esta cuestión hay una dificultad extra que podríamos llamar el *problema de la representación*. Aun sacrificado el realismo semántico, debería

³ Aunque de modo menos comprometido, su simpatía por la concepción semántica ya está presente en *The Scientific Image* (1980) al caracterizar la propia noción de adecuación empírica.

haber sin embargo alguna clase de conexión referencial entre la estructura matemática y la realidad fenoménica que la satisface. El mismo van Fraassen describe así el problema: "... los modelos teóricos son estructuras abstractas (...) y todas las estructuras abstractas son estructuras matemáticas" (van Fraassen 2010:237) Pero, "¿cómo una entidad abstracta, como lo es una estructura matemática, representa algo que no es abstracto, algo en la naturaleza?" (van Fraassen 2010: 240)

La solución al *problema de la representación* requiere de la postulación de una entidad intermedia; la estructura abstracta no se relaciona de modo directo con el mundo sino con un modelo de datos que representa los fenómenos. La relación de representación entre la teoría y los fenómenos queda ahora caracterizada como un isomorfismo entre el modelo teórico y el modelo de datos que, al igual que el primero, es también una entidad abstracta. Una primera reserva podría tenerse respecto de que esto no constituya una solución sino un mero desplazamiento del problema de la representación a la relación entre el modelo de datos y los fenómenos. Si bien van Fraassen no ataca este problema en forma directa, se desprende de sus escritos que la relación de representación entre el modelo de datos y los fenómenos no es de isomorfía (de hecho no podría serlo en tanto los fenómenos no pueden constituir un dominio bien definido para ninguna función⁴) como en el caso de la relación entre los modelos teórico y de datos, sino de una naturaleza diferente. El modelo de datos es algo así como el *output* de un proceso de abstracción que tiene por *inputs* los resultados brutos de los procesos de medición llevados a cabo en el marco de la teoría. Pero la inclusión de los procesos de medición como parte constitutiva de la relación de representación entre la teoría y los fenómenos, aun cuando pueda constituir una solución satisfactoria al *problema de la representación*, corre serios riesgos de chocar contra la pretensión de modestia ontológica del antirrealismo. Según van Fraassen, "la relación teoría/fenómenos (...) es la de una integración de una estructura matemática en otra. Dado que el modelo de datos -o más precisamente, el modelo de superficie- que representa las apariencias, es él mismo un modelo matemático." (van Fraassen 2010:252). Pero, "No hay nada en la estructura abstracta misma que pueda determinar que es el modelo de datos relevante para ser incorporado a la teoría" (van Fraassen 2010:253). Sin embargo, "un modelo de datos particular es relevante porque fue construido sobre la base de unos resultados recolectados de cierta manera, seleccionados por criterios de relevancia específicos, en ciertas ocasiones, en una configuración práctica experimental u observacional diseñada a tal propósito" (van Fraassen 2010:253). En otras palabras, "los fenómenos (...) no

⁴ Véase (van Fraassen, 2010, p. 241)

determinan qué estructuras son modelos de datos para ellos, eso depende de nuestra atención selectiva sobre los fenómenos, y de nuestras decisiones de atender a ciertos aspectos, de representarlos en ciertos modos y hasta cierto punto." (van Fraassen 2010:254).

No hace falta hacer notar el sesgo pragmático que adquiere la noción de representación científica construida sobre los intereses específicos que motivan los procesos de medición y selección de datos. Desde los trabajos de Hempel, y tal vez desde mucho antes, sabemos que recolectar y clasificar datos presupone ya hipótesis teóricas; eso no es un problema para la concepción semántica más de lo que lo es para la concepción sintáctica de las teorías. Lo que resulta llamativo —en mi opinión— es que nuestro modo de representar científicamente la realidad, tal como van Fraassen lo caracteriza, debe detenerse en la frontera de lo observable. Después de todo, la postulación de entidades que están más allá de las apariencias ha mostrado ser un recurso pragmáticamente relevante —y de hecho ineludible— en la práctica científica. No sólo eso: la suposición de su existencia real también lo ha sido. La restricción de los compromisos ontológicos al ámbito de la experiencia se fundaba, en el Empirismo Constructivo, en una distinción entre entidades observables e inobservables que van Fraassen se ocupó de defender con uñas y dientes, y no sin razón: después de todo hay cosas que podemos ver y cosas que no podemos ver. Pero no resulta claro cómo esa distinción se mantiene en los modelos de datos —pragmáticamente contruidos— con la fuerza suficiente para justificar que la continuidad estructural existente en las subestructuras empíricas de nuestras (sucesivas) mejores teorías científicas es la única responsable del éxito de la ciencia, mientras que la continuidad de los modelos teóricos nada tiene que ver con la explicación de dicho éxito.

6. Conclusión

Pese a que su aparición formal en el escenario filosófico suele tenerse por reciente, el RE se inscribe en una extensa historia conceptual a la que —como he propuesto— bien le cabe el nombre de *tradición estructuralista*; y en tanto tal, ésta es tan antigua como los cimientos de nuestra actual filosofía de las ciencias. Más allá de los esfuerzos por intentar encontrar vestigios que configuren la prehistoria de dicha tradición, es claro que su primera manifestación cabal se encuentra en la obra de Poincaré, donde no sólo el rasgo central del estructuralismo (a saber, el poner énfasis sobre las relaciones más que en la naturaleza de las entidades o propiedades relacionadas) se hace patente, sino se manifiesta como una tesis que prescribe una limitación a nuestra penetración epistémica

en el mundo natural. Indicios de un espíritu semejante pueden encontrarse en algunos pasajes de la obra de Duhem, aunque ha de reconocerse que su interpretación en clave estructuralista es quizás demasiado arriesgada. Bien distinto es el caso de Russell, quien puede tenerse por el primer filósofo que defiende el REE.

Esta primera formulación sistemática del REE ha dado lugar a su primera y más peligrosa amenaza: la Objeción de Newman es hasta nuestros días el reto más difícil para el REE. Las reformulaciones del REE echaron mano de oraciones de Ramsey para conducirlo paulatinamente desde una versión del empirismo clásico (tal como Russell lo proponía) hacia el terreno más restringido de los compromisos metafísicos sobre el mundo microfísico. En esa transición, la Objeción de Newman se dio por neutralizada, o fue simplemente olvidada. Sin embargo, sostengo que las razones detalladas en la sección 4 son suficientes para suscribir la difundida opinión de que esa presunción era equivocada. Puede pensarse que este hecho está entre las razones por las que la profundización de los compromisos estructuralistas al plano óptico fue vista como la solución para algunos de los problemas crónicos del RE. Por otra parte, y pese esas dificultades, la caracterización estructural del conocimiento científico que en buena medida fue desarrollada en el marco del RE, ha influenciado fuertemente a una de las posiciones antirrealistas más sólidas, como lo es el Empirismo Constructivo de van Fraassen. En tal sentido, el REO y el EE constituyen propuestas de vital importancia para comprender el estado actual, ya no del debate en torno al Realismo Científico, sino de la filosofía de la ciencia en general.

Pese a su importancia a lo largo de los rasgos de continuidad señalados, el recorrido que he propuesto expone algunas profundas tensiones —y en varios casos notables quiebres— en las distintas caracterizaciones de la noción de *estructura*. Esta discontinuidad es esperable en una tradición tan vasta, donde la precisión no es ejercida de modo homogéneo en todas las presentaciones. Más allá de esa salvedad, sin embargo, se hace necesario mencionar que muchas reconstrucciones actuales de esta tradición tienden a soslayar estas diferencias. La propia reconstrucción de Worrall es un ejemplo de ello en tanto ignora los aspectos subjetivos inherentes al concepto de estructura de Poincaré, como así también el alcance específico de sus compromisos estructuralistas. Con todo, esas divergencias no se encuentran sólo en la tradición a nivel global, sino en muchas de sus expresiones particulares. Como hemos visto, la mera distinción entre REE y REO conlleva una profunda diferencia en el modo en que las estructuras son concebidas. Asimismo, la transición de las etapas más tempranas (en las que la influencia neo-kantiana era casi la regla) a las formulaciones contemporáneas del RE expone variaciones no menos importantes. Incluso en el REE

actual pueden encontrarse tensiones en la caracterización de la noción de estructura. No es claro, por ejemplo, como la idea de que es el aparato matemático de las teorías el portador del conocimiento estructural armoniza con la apelación a Oraciones de Ramsey; además, ambos enfoques presentan serios problemas, siendo el más serio de ellos la Objeción de Newman.

Más allá de las particularidades de cada una de sus alternativas y de los elementos de discontinuidad señalados, el RE ha motivado profundos debates sobre los presupuestos filosóficos de la tradición en la que se inscribe, incorporando reflexiones metateóricas de suma importancia para brindar un marco conceptual capaz de acoger los resultados de la ciencia moderna. Sus desarrollos en ambos aspectos han sido notables. Ha logrado capturar las intuiciones básicas (incluso las más cotidianas) sobre una ciencia que si bien se equivoca muy frecuentemente parece sin embargo estar siempre en lo cierto. Esa fuerza intuitiva ha tomado la forma de una respuesta convincente a la tensión conceptual de los argumentos del no-milagro y la MIP. Eso le ha permitido consolidarse como una alternativa sólida adentro del marco del debate, gozando del privilegio de ser una posición relativamente joven, que corona sin embargo la herencia de una tradición que se remonta hasta los orígenes mismos de lo que llamamos hoy filosofía de las ciencias.

Capítulo 2. El Realismo Estructural y el Realismo Científico tradicional

1. Introducción

El REE se presenta como una alternativa capaz de salvar las intuiciones que subyacen a los principales argumentos que definen la polémica entre realistas y antirrealistas científicos. Hemos visto cómo, a partir de Poincaré, esa pretensión fue articulándose de manera más o menos explícita a lo largo de la tradición estructuralista. En cualquier caso, y a pesar de variaciones en sus matices, la estrategia de limitar el conocimiento a los aspectos estructurales es esencial al REE y puede rastrearse en todas sus formulaciones. Se ha expresado, en cada caso, en lo que denomino Postulado de Restricción Epistémica (PRE): el conocimiento que nos proveen las teorías es solamente acerca de la *estructura* que instancian las entidades inobservables, jamás acerca de su *naturaleza*. El primero de los objetivos de este capítulo consiste en abordar conceptualmente los argumentos que definen las variantes del REE, dando cuenta del lugar que el PRE ocupa en cada una de ellas. Asimismo, se describirá de modo general la objeción de Newman y su relación con el argumento modelo teórico de Putnam.

En segundo término, este capítulo tiene por objeto clarificar la relación entre los compromisos básicos del Realismo Científico (RC) con las distintas posiciones que pueden suscribirse en dos terrenos conceptualmente próximos: los debates sobre el Realismo Modal (RM) y el Realismo Nomológico (RN). Muestro que si bien no existe una implicación fuerte del RC hacia el RM en cuanto a sus tesis constituyentes, una implicación más débil puede ser detectada tanto considerando los argumentos principales a favor del RC, como una de las motivaciones centrales de su formulación,

a saber, la de dar cuenta del carácter continuo y acumulativo del conocimiento científico a lo largo del cambio teórico. Concretamente, afirmo que la noción de explicación que subyace al ANM debe ser entendida como una de *explicación metafísica*. Dado que dicha noción comporta compromisos modales, la defensa del RC por vía del ANM presupone tales compromisos. Además, muestro que la principal teoría de la referencia formulada en el marco del RC, el descriptivismo causal, sugiere profundos compromisos con la modalidad objetiva.

En cuanto a los vínculos entre el RC y el RN, sostengo que el RC no implica el RN, pero para el defensor del RC la adopción del RN es comparativamente preferible respecto de otras alternativas disponibles en el escenario del debate.

2. El Postulado de Restricción Epistémica

Las versiones de Russell y Worrall del REE presentan profundas diferencias en cuanto a algunos de los supuestos metafísicos y epistémicos que las sustentan. Russell parte de una teoría causal de la percepción para dar cuenta de la construcción del cuerpo completo de conocimiento. Según él, toda percepción sensible corresponde a un suceso interno a la mente, cuyo ordenamiento permite inferir la presencia de una entidad exterior del cual es efecto. Como hemos visto, en tal sentido un átomo es tan inobservable como una silla: ninguno de ellos puede ser captado directamente por el sujeto. El conocimiento estructural abarca por tanto la realidad completa. Epistémicamente átomos y sillas quedan equiparados nuevamente. Nuestro conocimiento de ambos es estructural e inferencial. Estructural, porque se limita a las propiedades lógico matemáticas del dominio de los objetos externos. Inferencial, puesto que el conocimiento de la estructura instanciada por los objetos externos se deriva del conocimiento (en este caso, directo) de las percepciones del sujeto. Esa inferencia tiene lugar a partir de la aceptación *a priori* de algunos principios epistémicos.

Todas las discusiones posteriores al trabajo de Worrall, en cambio, presuponen un acceso epistémico no problemático a los objetos del sentido común. El conocimiento estructural que está en juego en esta versión del REE se limita a las entidades que no pueden ser captadas por los sentidos desnudos. Además, dicho conocimiento no es fruto de una inferencia a partir de la estructura de la percepción, sino de la correcta interpretación del alcance epistémico de las teorías científicas. El artículo fundacional de Worrall presentaba ciertas ambigüedades en cuanto a la caracterización de la *estructura* conocida por la ciencia. La sugerencia que parecía primar entonces hacía recaer el conocimiento estructural del mundo inobservable en (al menos algunas) de las

ecuaciones fundamentales de las teorías. Las múltiples dificultades de esa concepción (señaladas entre otros por Redhead 2001 y Psillos 2006) presionaron a los realistas estructurales a dar una caracterización más precisa de 'estructura'. La nueva concepción rescató algunos aportes originales de Maxwell (1968), quien reformuló el REE de Russell en clave neokantiana apelando a oraciones de Ramsey. De este modo el REE abrazó la idea de que el auténtico conocimiento estructural que sobrevive al cambio teórico está plasmado en la oración de Ramsey de una teoría (Worrall (2007), Zahar (2001), Papineau (2010)).

Revisemos más de cerca este punto. Supongamos que tenemos una cierta teoría expresada en un lenguaje formal de segundo orden y que es finitamente axiomatizable. La conjunción de todos los axiomas de esa teoría será entonces una cierta oración T. Supóngase también que es posible separar todos los predicados de la teoría en dos categorías, teóricos y observacionales⁵. Esos predicados serán nombrados como P_i , en el caso de los teóricos y Q_i , en el caso de los observacionales (reservando P y Q para el conjunto de todos los predicados). La teoría entonces podría ser escrita como una oración $T(P_1, \dots, P_m, Q_1, \dots, Q_n)$. La oración de Ramsey en esta teoría se obtendría eliminando de ella todos los predicados no observacionales y luego cuantificando existencialmente sobre variables de segundo orden, con lo que obtendríamos: $T_R = \exists X_1, \dots, \exists X_m (X_1, \dots, X_m, Q_1, \dots, Q_n)$. Lo que esta oración dice es que existen algunas relaciones inobservables tal que T vale para esas relaciones inobservables cualesquiera fueran, y para las relaciones observables Q.

A pesar de sus diferencias, el PRE aparece en ambas variantes del REE con el mismo sentido, fijando límites similares respecto del conocimiento estructural de lo inobservable. Así Russell afirma que "aunque las relaciones entre objetos físicos tienen toda clase de propiedades cognoscibles (...) los objetos físicos en sí mismo permanecen desconocidos en su naturaleza intrínseca" (1912: 32-4). Del mismo modo Poincaré, antecedente indiscutido del REE, afirmó que los términos teóricos "son simplemente nombres para las imágenes con que hemos sustituido los objetos reales que la Naturaleza esconderá para siempre a nuestro ojos. Las relaciones verdaderas entre esos objetos reales son la única realidad que podemos tener" (1905: 162).

⁵ El criterio de separabilidad se asocia frecuentemente al carácter 'problemático' o 'no problemático' de los predicados. En el contexto del llamado *estructuralismo metateórico* esta distinción se realiza entre predicados T-teóricos y T-no teóricos, según sean propios de la teoría o provengan de alguna teoría previa. Claramente en el contexto del REE la división relevante debe hacer referencia a su carácter observacional o teórico.

En la formulación contemporánea, Worrall afirma que “no hay ninguna duda de que el REE está comprometido con la tesis de que la totalidad del contenido cognitivo de una teoría es capturado por su oración de Ramsey” (2007: 147).

Según Russell, son los datos de los sentidos los únicos objetos directos de conocimiento empírico, a partir de los cuales inferencialmente podemos conocer algo acerca de aquellos factores no sensoriales que los causan. Respecto de lo único que podemos arribar a un conocimiento completo, que incluya la naturaleza intrínseca de su objeto, es respecto de los perceptos, pero no de sus causas. Para delinear esta posición se vale de los principios básicos el Principio Helmholtz-Weyl el Principio de Reflexión de las Relaciones. Como hemos visto, estos principios permiten inferir que la estructura del mundo físico es isomórfica respecto de la estructura de nuestra percepción.

Todas las discusiones posteriores al trabajo de Worrall, en cambio, presuponen un acceso epistémico no problemático a los objetos del sentido común. El conocimiento estructural que está en juego en esta versión del REE se limita a las entidades que no pueden ser captadas por los sentidos desnudos.

3. Realismo Modal y Realismo Nomológico

La modalidad, como casi todo en filosofía, puede decirse de muchas maneras. Hay, efectivamente, muchos modos de expresar la necesidad, posibilidad o imposibilidad de que algo ocurra. El problema radica en saber si existen circunstancias que justifiquen la adscripción de valores de verdad a los enunciados que expresan modalidad. Pocos discutirían que esto puede hacerse cuando se trata de enunciados que expresan una necesidad *de dicto*, como lo hacen los enunciados de identidad, o más en general las llamadas *verdades lógicas*. El punto conflictivo es si esa adscripción de valores veritativos puede replicarse en enunciados que no sean verdades lógicas. Los candidatos por antonomasia para una respuesta positiva han sido tradicionalmente los enunciados analíticos, i.e., aquellos que resultan verdaderos en virtud de significados. Si bien esta posibilidad ha recibido sendas críticas —tal vez la más resonante de ellas debida a Quine (1951)— la distinción analítico/sintético ha continuado siendo un tema vigente de discusión. En cualquier caso, la tradición identificó la familia de enunciados necesariamente verdaderos con aquellos cuya verdad puede ser conocida *a priori*, lo que resulta natural si se concibe el carácter necesario de toda proposición como idéntico o derivado de la necesidad lógica. Pero los trabajos de Kripke y Putnam cuestionaron seriamente dicha identificación. Su teoría de la referencia directa tiene como consecuencia que ciertos enunciados pueden ser necesarios, pero *a posteriori*. Eso es

posible en tanto algunos términos son considerados *designadores rígidos*, es decir, términos que refieren a la misma entidad en todo mundo posible donde la entidad existe. Los nombres propios, indécicos como 'ahora' o 'yo' e incluso términos de clase natural son rígidos. De ese modo, un enunciado como 'el agua es H₂O' es *necesario*, en tanto es verdadero en todo mundo posible ('agua' designa siempre aquello que es H₂O, y si algo no es H₂O entonces no es agua), pero, claramente es *a posteriori*, dado que sólo una investigación empírica puede traer esa verdad a nuestro conocimiento. La posibilidad de que las categorías de *a priori* y *necesario* no fueran coextensivas motivó la sospecha de que la aprioricidad fuese el caso límite de un tipo particular de necesidad: mientras que algunas proposiciones son *metafísicamente necesarias*, otras resultan *epistémicamente necesarias*. La polémica acerca de si ambas categorías se reducen o no a un mismo tipo de necesidad (usualmente descrita como *monismo* vs. *dualismo modales*) abrió el juego a una nueva cuestión que ya resonaba en ámbitos vecinos a la filosofía del lenguaje, a saber, la de si existe algún tipo de necesidad característica de aquellos enunciados que expresan leyes de la naturaleza, es decir, una necesidad *nomológica* o *natural*. Dos puntos en particular hacen de esta distinción un tema espinoso. En primer lugar, la cuestión ya no es meramente lógica ni semántica, y escapa incluso del esencialismo que muchos asocian de modo indisoluble a la teoría kripkeana de la referencia. Se trata ahora de si a los enunciados que describen regularidades de nuestro mundo les corresponde un tipo especial de necesidad anclada a la naturaleza. En segundo término, debe determinarse si esa necesidad los hace verdaderos o bien en este, o bien en todo mundo posible. El primer punto constituye la principal razón de la creciente importancia de los debates metafísicos por sobre las consideraciones lógico-semánticas, tanto en el campo del RM como del RN, el segundo es el nudo de la discusión acerca de si la necesidad nomológica es distinta de la metafísica. En general, la polémica viene dada entre aquellos que creen que la necesidad nomológica es idéntica a la metafísica (e.g. Shoemaker 1980) y quienes postulan la necesidad nomológica como un tipo independiente de modalidad (e.g. Fine 2002; Armstrong 1985). Mi propia mirada sobre el asunto es la siguiente. Si bien toda la discusión está atada a la metafísica subyacente que se adopte y a algunas definiciones previas, creo que hay más de una manera plausible de caracterizar ambos tipos de necesidad de modo que constituyan dominios absolutamente independientes. Por el contrario, la identificación total o parcial de la necesidad nomológica con la metafísica presenta algunos inconvenientes de importancia. Si acordamos en que *nomológicamente necesario* significa algo así como *ser verdadero en virtud de las leyes de la naturaleza*, es claro que hay ciertos enunciados metafísicamente necesarios que no parecen cumplir con

nuestra definición, “este escritorio es de madera” es un enunciado metafísicamente necesario —no sería este mismo escritorio si fuese de metal— y sin embargo su verdad no parece desprenderse de ninguna ley natural. Por otro lado, la noción de ‘mundo próximo’ permite dar cuenta de enunciados nomológicamente necesarios en el mundo actual y en mundos posibles próximos, que no son sin embargo verdaderos en todo mundo posible. En cualquier caso la cuestión del monismo, dualismo o, cabe decir, pluralismo modales resulta en lo esencial independiente de la relación entre el RM y el RN, y por tanto del foco de este trabajo. En este marco será suficiente considerar realista modal a quien se comprometa con un correlato objetivo que fundamente la atribución de valores de verdad a enunciados modales, fundamentalmente, a aquellos que adscriben necesidad/posibilidad a regularidades o fenómenos naturales.

Una salvedad importante en este sentido es que el compromiso del RM no es meramente con una modalidad objetiva, sino con una modalidad objetiva *irreductible*. Algunos han procurado reducir la modalidad objetiva a la mera regularidad (e.g. Psillos 2014), argumentando que las conjunciones constantes (y no las conexiones necesarias) en la naturaleza son suficientes para la atribución de valores veritativos a los enunciados correspondientes. Más allá de considerar que esa reducción es imposible —entre otras razones porque dicha reducción colapsa en el agnosticismo modal defendido por van Fraassen, es decir—, me apegaré aquí a la caracterización del RM como el compromiso con modalidades irreductibles *de re*⁶.

En una disputa conceptualmente no muy distante, las aproximaciones más tempranas al problema de las leyes de la naturaleza (e.g. Chisholm 1946; Goodman 1947 y Hempel & Oppenheim 1948) se enfocaron en las cuestiones lógico-sintácticas que pudieran fundamentar la distinción entre auténticas leyes y meras generalizaciones accidentales. El debate contemporáneo, por el contrario, asume una forma más compleja que admite variados matices. El punto central consiste en determinar si existe un sustrato objetivo que funcione como hacedor de verdad de las leyes formuladas por la ciencia, haciendo de las regularidades que describen algo necesario, y no meramente una feliz

⁶ En algunos contextos ha sido común emplear la expresión ‘Realismo Modal’ para referir a la posición defendida por Lewis, según la cual la verdad de los enunciados modales se sustenta en una pluralidad de mundos posibles metafísicamente reales. Mi uso aquí es diferente: refiere a toda teoría que postule la existencia de modalidades *de re*, i.e., de *conexiones necesarias en la naturaleza*, irreductibles a la mera regularidad o una pluralidad de mundos posibles. En otras palabras, el RM, según lo entiendo aquí, implica un compromiso con hechos *intrínsecamente* modales. Como queda de manifiesto Lewis cae por fuera de esta caracterización. Por simplicidad, y a falta de una expresión mejor, utilizaré ‘Realismo Modal’ en este último sentido. No obstante, esta forma de emplear la mencionada expresión no es infrecuente en la literatura contemporánea (véanse por ejemplo, Berenstain y Ladyman (2012), Monton y van Fraassen (2003)).

coincidencia cósmica. Puede notarse en este punto la importante influencia que los debates en torno a la modalidad *de re* que acabamos de abordar tuvieron sobre el desarrollo de la cuestión de las leyes. En efecto, algunos han encontrado en las *leyes de la naturaleza* —es decir, no en los enunciados formulados por la ciencia, sino en un rasgo del mundo mismo— el sustrato objetivo que garantiza la verdad del discurso modal sobre el mundo natural. Las leyes no son meras proyecciones de nuestra creatividad sino *algo* en el mundo, son cosas que descubrimos como soporte de la necesidad objetiva de las regularidades, es decir, como su principio tanto explicativo como ontológico.

Para entender apropiadamente la variedad de posiciones enfrentadas dos importantes distinciones deben ser trazadas entre ellas. La primera diferencia a los *regularistas* de los *necesitaristas*, la segunda a los *realistas* de los *antirrealistas nomológicos*.

La primera de estas distinciones recoge la bandera de toda una tradición de interpretación de la filosofía de Hume, caracterizada por un marcado escepticismo respecto de la existencia de causas y conexiones necesarias en la naturaleza. Para quienes sostienen posiciones en esta línea el mundo está constituido por eventos discretos, cada uno de los cuales se autocontiene y es tanto ontológica como causalmente independiente del resto, una suerte de mosaico cuyas piezas son estos eventos discretos y causalmente inertes. Muchas de esas piezas se presentan en relaciones regulares de semejanza y contigüidad espaciotemporal, pero fuera de ellas ninguna relación de necesidad las conecta. A decir de Lewis, sólo eso es nuestro mundo, *una cosita y luego otra* (1986: ix). La analogía es pertinente en un aspecto más: la independencia de cada una de las piezas no implica que no haya regularidades; por el contrario, con la dedicación suficiente podemos encontrar diversos y complejos patrones en la distribución de las piezas, podemos *descubrir* que toda pieza roja es contigua de una hexagonal, o que a cada grupo de piezas semejantes en color le sigue un número de piezas verdes determinable por alguna función, etc. El punto es que ninguna de esas regularidades identificadas por la investigación empírica está determinada por una necesidad interna (de una pieza implicando a otra) ni externa (del sistema total implicando alguna distribución).

El *necesitarismo*, por su parte, no debe ser identificado sin más con el RM. Si bien los compromisos modales están implícitos en esta posición, el foco está puesto aquí en brindar un relato positivo acerca del fundamento de tales compromisos. Muchas han sido las variaciones de ese relato, universales, esencias, poderes y disposiciones fueron invocados como el soporte ontológico de los patrones naturales que escapan a la contingencia. Los argumentos en este sentido han seguido una estructura relativamente

constante, aduciendo que todo un conjunto de rasgos de nuestro mundo que remiten a la regularidad (la posibilidad de realizar inducciones, de sostener enunciados contrafácticos, de realizar predicciones e incluso de la actividad científica como tal) quedaría inexplicado si no se presumiera la existencia de un fundamento para la necesidad natural.

Esto nos permite abordar la segunda distinción relevante en el debate. Sólo aquellos necessitaristas para quienes el fundamento de la regularidad sean las leyes defienden un RN. El Antirrealismo Nomológico (AN), por tanto, incluye todo el arco de posiciones regularistas y aquellos necessitaristas para quienes las conexiones necesarias en la naturaleza están fundadas en alguna cosa diferente a las leyes. La adhesión a esta forma de AN suele incluir la adopción de una metafísica disposicionalista⁷: los poderes y disposiciones dotan al mundo de la efectividad causal que se requiere para fundamentar ontológicamente las regularidades.

Para el RN, entonces, el mundo contiene no sólo conexiones necesarias entre propiedades, sino leyes que las sustentan. La naturaleza de esas leyes ha sido esclarecida de modos diferentes. Para la *concepción internalista* de Ellis (2001) las leyes existen, pero son internas a sus instancias, más precisamente son las propiedades esenciales de las clases naturales. Otra alternativa es adoptar la *concepción externalista* de las leyes defendida por Dretske (1977), Tooley (1977) y Armstrong (1983) (de aquí en más DTA). La DTA sostiene que las leyes son un tipo de universal de segundo orden, según su geografía metafísica las propiedades deben ser entendidas como universales efectivamente instanciados que mantienen entre sí diversas relaciones de necesidad; esas relaciones de necesidad *son* las leyes. Si tener la propiedad F implica tener la propiedad G, eso se debe a que F y G están vinculados en una relación N de necesidad tal que $N(F,G)$. Teniendo en cuenta ambas concepciones, Mumford (2004) propone dos requisitos básicos que una teoría acerca de las leyes debe cumplir a fin de enrolarse en el RN:

- (a) Las leyes deben ser entendidas como una "adición de ser".
- (b) Las leyes deben gobernar sus instancias.

La primera implica que cualquiera que decida ser realista acerca de las leyes debe comprometerse con el hecho de que éstas tienen algún tipo de espesor ontológico, debe creer que son *cosas en el mundo*, una categoría ontológica *per se*. El segundo supuesto

⁷ Cartwright (1983) y Mumford (2004) defienden posiciones en esta línea.

implica que el rol de gobierno sobre sus instancias no sólo es una característica constitutiva de las leyes mismas, sino un requisito para la viabilidad de una metafísica que las postule.

Pese al carácter mayormente preparatorio de esta sección, sostengo que dos conclusiones relevantes pueden ser esbozadas. En primer lugar, dado el modo en que definimos las posiciones que aquí están en juego, el RN implica al RM, esto siempre que se piense que el segundo conlleva un compromiso con una modalidad irreductible, tal como aquí ha sido presentado (las propuestas que pretenden reducir la modalidad objetiva a rasgos no modales del mundo —e.g. meras conjunciones constantes— caen por fuera del RM).

En segundo término debe notarse que la conversa no se cumple: la adopción de compromisos modales no es condición suficiente para suscribir el RN. Ser necessitarista no implica asumir que existen cosas tales como leyes en la naturaleza, por el contrario, pueden tenerse compromisos modales sustentados metafísicamente en poderes y disposiciones inmanentes a las propiedades que constituyen el mundo natural. Alguien podría argüir que un compromiso tal es equivalente al del RN, sin embargo ha de repararse que la propuesta disposicionalista no cumple los requisitos (a)-(b) consignados en la sección precedente, en tanto los poderes y disposiciones no representan ninguna adición de ser ni gobiernan a sus instancias, sino que son internos y *autogobernantes*.

4. Realismo Científico y Realismo Modal

El RC es, fundamentalmente, la tesis que afirma que podemos conocer que nuestras mejores teorías científicas son verdaderas o aproximadamente verdaderas y que las entidades inobservables que ellas postulan realmente existen. Como ya he mencionado, esta afirmación metafísica tiene también una contraparte epistémica y una semántica, a saber, las afirmaciones de que tenemos *conocimiento* acerca de esas entidades y que nuestras teorías son capaces de comportar verdad o falsedad —esto último como opuesto al instrumentalismo—. De ese modo, el RC admite diferentes matices según el tipo de compromiso que se adopte respecto a esas dimensiones de análisis. Como el foco de este trabajo será el RC estándar, se asume de aquí en más un compromiso completo con los niveles correspondientes a las tres dimensiones mencionadas. Dicho compromiso coincide, con los matices que toda caracterización estándar omite sin remedio, con posiciones realistas como las de Boyd (1983), Psillos (1999), Niiniluoto (1999) y Chakravartty (2007), entre muchos otros.

Con esto en mente, el objetivo de la presente sección es dar cuenta de la relación entre el RC y el RM.

Un punto no conclusivo pero no por ello sin importancia reside en lo que puede denominarse una *actitud realista* hacia la modalidad, que es típica entre los defensores del RC. Aquellos que creemos que entidades tales como los átomos existen, tendemos a creer que algunas cosas les suceden *necesariamente*. Es harto común sostener que las teorías científicas nos proveen de auténtico conocimiento en la medida en que alcanzan a ‘capturar’ la estructura modal del mundo⁸. Una motivación adicional para esta *actitud realista* es el hecho de que en el discurso científico comúnmente abundan las referencias a procesos causales, probabilidad objetiva y equilibrio causal; por otra parte, la mera enunciación de muchas leyes científicas sugiere que algunos compromisos modales son inmanentes a la práctica científica⁹. Pero a pesar de ello, debe reconocerse que el RM no se sigue lógicamente del RC. Constituye una posición perfectamente coherente el sostener que las entidades inobservables postuladas por nuestras mejores teorías existen, negando al unísono la modalidad objetiva. Esa es, de hecho, la posición que Psillos y Papineau defienden.

Sostengo, sin embargo, que hay un apoyo conceptual fuerte para la mencionada *actitud realista* hacia la modalidad. Dicho apoyo no proviene de la formulación del RC, sino más bien de los argumentos en los que los realistas sustentan su posición. Si ese es el caso, el defensor del RC que niegue la modalidad objetiva se encuentra en una posición más débil para sostener su compromiso realista que aquel que sostiene el RM. Ofrezco dos argumentos que ilustran este punto. El primero se vincula con una de las principales armas a favor del RC, el Argumento del No-Milagro (ANM); el segundo se relaciona con el objetivo de encontrar una teoría del significado apropiada para el RC.

4.1. No-Milagro y explicación metafísica

Como es bien sabido, el ANM es la mayor fuente de soporte racional para el RC. Su formulación seminal es debida a Putnam, para quien el RC “es la única filosofía que no hace del éxito de la ciencia un milagro” (Putnam, 1975b: 73). La manera usual en que este argumento se ha interpretado lo considera como una instancia de la Inferencia a la

⁸ Véase por ejemplo. Armstrong (1983); Ladyman (1998); Chakravartty (2007).

⁹ Para un desarrollo detallado de este último punto véase Berenstain and Ladyman (2012: 152).

Mejor Explicación (IME): la verdad (aproximada) de nuestras teorías es la mejor explicación del éxito predictivo de la ciencia.

El ANM ha sido largamente discutido y reconstruido de múltiples modos¹⁰, pero puede afirmarse en general que existe una importante laguna en la literatura en cuanto al concepto de *explicación* que subyace a su formulación, situación que se replica incluso en las discusiones específicas acerca de la IME como forma de inferencia. Si bien dicha polémica excede por mucho los límites de este trabajo, creo que es posible de todos modos precisar algunas consecuencias para el problema que nos ocupa. Sostengo que la adopción del AMN impone al realista la adopción de ciertos compromisos modales en dos sentidos. En primer lugar, en virtud de la forma que la explicación metacientífica del éxito de la ciencia toma, en segundo término, por el contenido propio de esa explicación y las nociones que pretende articular.

La apelación a explicaciones metacientíficas del éxito predictivo de las teorías descarta algunas nociones modalmente deflacionarias de explicación. El Modelo de Cobertura Legal —que, tal como suele interpretárselo, fue concebido a partir de un acercamiento humano al problema de la regularidad— no es adecuado en este contexto, a menos que se esté dispuesto a hablar de algo así como ‘leyes metacientíficas’. Y aun si ese fuera el caso habría todavía que elucidar la cuestión de por qué esas ‘leyes’ no son meras generalizaciones accidentales. De igual modo el enfoque mecanicista de Salmon (1984) o el modelo probabilístico de explicación de Railton (1981) no resultan apropiados, fundamentalmente por el hecho de que ésta es una explicación filosófica y no una científica. La *naturaleza* de la explicación requerida se asemeja a lo que suele denominarse ‘explicación metafísica’¹¹, la verdad de nuestras teorías ha de conectarse de modo no accidental sino necesario con el éxito empírico para que constituya una auténtica (de hecho, la mejor) explicación de ese fenómeno. Es en esta misma vena que Lewis sostiene que “explicar [metafísicamente] un evento es brindar cierta información acerca de su historia causal” (1986: 218), y de ese modo lo que una explicación metafísica muestra es que a la luz del explanans aquello que se describe en el explanandum “no hubiese ocurrido, o hubiera sido mucho menos probable de lo que en efecto fue” (1986: 214). Es precisamente este sentido de explicación metafísica el

¹⁰ Para un panorama general véase Leader (2013).

¹¹ Para una interesante distinción entre explicación metafísica y explicación *en* metafísica véase Persson (2011).

que captura la relación entre la verdad aproximada de las teorías y el éxito predictivo de la ciencia, relegando al rango de milagrosas a otras explicaciones alternativas¹².

Pero aun si el mero uso del concepto de explicación en este contexto no se juzgase suficiente para vincular el ANM con los compromisos modales, hay, en segundo término, una razón adicional en el *contenido* de la explicación invocada. En efecto, la explicación concreta que el realista ofrece para el éxito predictivo postula la verdad (al menos aproximada) de las teorías actuales. Ahora bien, como ya he procurado destacar, esas teorías incluyen todo un bagaje de conceptos modales, especialmente en la formulación de sus leyes. Enunciados como “nada puede viajar más rápido que la luz” son constitutivos de las teorías aceptadas, por lo que predicar verdad de ellas implica sostener *prima facie* que hay un correlato real que funciona como su *hacedor de verdad*. Esta intuición de primera mano ha sido cuestionada por quienes defienden una posición regularista respecto de las leyes naturales. El punto central de esa defensa (Cf. Psillos 2014) es que la mera ocurrencia regular de ciertos eventos es suficiente para garantizar la verdad de los enunciados legaliformes. El problema con esta respuesta es que incluso si fuese correcta en el marco de la caracterización de las leyes —creo firmemente que no lo es— resulta inadecuada en el contexto específico del ANM. Cabe recordar que tal como Swartz (1985) señala, llevado a su límite el regularismo afirma que la ocurrencia regular de los fenómenos no es diferente de una gran coincidencia cósmica, la uniformidad de la naturaleza no comporta ningún tipo de necesidad inmanente. Esa idea encierra en realidad la esencia de toda forma que esta posición puede tomar: la regularidad es un *mero hecho*, simplemente *ocurre* que las cosas resulten del modo que resultan. Ahora bien, la función de adscribir verdad a las teorías científicas es precisamente la de ir más allá del *mero hecho* del éxito empírico, más allá de que simplemente *ocurre* que nuestras teorías son exitosas en sus predicciones observacionales —esa es, después de todo, la alternativa ‘milagrosa’—. De este modo, la única adición que el ANM en conjunción con una concepción deflacionaria de la explicación pareciera aportar es el compromiso metafísico con las entidades inobservables. Pero en ese caso, la ganancia de cambiar la afirmación “simplemente *ocurre* que nuestras teorías son exitosas respecto de los fenómenos” por la que sostiene que “nuestras teorías son exitosas porque simplemente *ocurre* que ciertas entidades inobservables se comportan regularmente” resulta, a mi criterio, demasiado escasa

¹² Es preciso destacar que lo dicho no presupone que el argumento es adecuado, ni en general como forma de inferencia ampliativa, ni en particular como estrategia para justificar los compromisos realistas. El punto sobre el que quiero llamar la atención es simplemente que la forma y contenido del ANM conllevan compromisos modales para quien esté dispuesto a aceptarlo.

como para justificar el compromiso realista. Finalmente la explicación última del éxito predictivo se desplaza del milagro a la coincidencia cósmica. Los compromisos modales, por tanto, son esenciales para dar al ANM la fuerza que su formulación pretende tener.

4.2. Descriptivismo Causal: referencia y continuidad del conocimiento

Dar cuenta del carácter acumulativo y continuo del conocimiento científico a lo largo del cambio teórico es uno de los objetivos centrales de toda forma de RC. Nuevas versiones de realismo han procurado encontrar el sustento de dicha continuidad en factores estructurales o matemáticos que eluden consideraciones acerca del significado y referencia de los términos teóricos. Estos proyectos comparten un diagnóstico que señala que las formas de RC estándar —aquellas que son objeto de análisis de este trabajo— han fracasado en su intento de reconstruir la historia de la ciencia en clave realista armados tan sólo con herramientas semánticas heredadas de las teorías clásicas de la referencia. Los defensores del RC estándar, por el contrario, afirman es posible construir un relato adecuado de la referencia de los términos teóricos, coherente con los presupuestos del realismo.

En este marco, una segunda línea de argumentación permite reforzar el punto central de esta sección. Sostengo que la posibilidad de brindar una adecuada teoría de la referencia para el RC descansa en la adopción de compromisos propios del RM.

Es un hecho ya ampliamente reconocido que tanto las teorías del significado puramente descriptivistas como puramente causales son insuficientes para dar cuenta de la referencia de los términos teóricos en el marco del RC¹³. Por una parte, ocurre que un cambio de teoría implica que muchos de los términos teóricos son abandonados, y aquellos que se mantienen cambian su sentido (i.e., cambian las descripciones teóricas que les son asociadas), por lo tanto, de acuerdo a los fundamentos del descriptivismo, cambia también su referencia. Ello resulta en la imposibilidad de caracterizar al conocimiento científico como continuo y acumulativo. La teoría causal pura, en cambio, prescinde de descripciones teóricas para caracterizar la fijación de la referencia, pero lo hace a expensas de convertir en trivial el éxito referencial: dado que un término refiere a *aquella entidad* responsable de los fenómenos que motivaron su postulación, nada impide afirmar que, por ejemplo, 'flogisto' refiere al oxígeno. Quien primero vio una salida a este problema fue Lewis (1984), en el contexto del análisis del argumento modelo-teórico de Putnam: el único modo de anclar la referencia de los términos teóricos

¹³ Argumentos en tal sentido pueden encontrarse en Nola (1980); Psillos (1999, 2012).

coherente con las intuiciones realistas es una teoría híbrida que combine las descripciones inherentes a la introducción de un término teórico con un elemento causal. Esta teoría híbrida es usualmente denominada Descriptivismo Causal¹⁴. Es importante notar que el sentido en el que esta posición es ‘causal’ es doble en el caso específico de los términos teóricos: tal como en la versión estándar de la teoría causal, hay una cadena causal de *transmisión de la referencia* a partir del acto de bautismo, pero además, el carácter inobservable de las entidades teóricas requiere de la afirmación de que el referente pretendido es *causalmente responsable de los fenómenos* que motivaron la introducción del término (Psillos, 2012: 222). Más allá de las inflexiones particulares que ha tomado en la obra de cada autor, estos son los lineamientos estándar para esta posición mixta a la luz de las limitaciones de las alternativas puras. Como podrá intuirse, esta posición abre las puertas a toda una variedad de compromisos modales. Para ser breve, me limitaré a listar algunos aspectos del Descriptivismo Causal que sugieren tales compromisos:

- La transmisión de la referencia entre los hablantes es *causal* y puede rastrearse.
- Los fenómenos regulares que motivan la introducción de un término teórico son *causados* por ciertas entidades inobservables, en virtud de ciertas propiedades o *poderes causales*.
- Esas entidades constituyen una clase natural, frecuentemente caracterizada a partir de ciertas *propiedades esenciales*.
- El elemento causal concerniente a la fijación de la referencia de dichas clases naturales inobservables es frecuentemente entendido como la designación rígida —*en todo mundo posible*— de dicha clase.
- Ese mismo fenómeno puede ser elucidado en términos de *situaciones contrafácticas* que funcionan como hacedores de verdad de ciertas afirmaciones modales acerca de la referencia.

Ciertamente el defensor del RC estándar puede refugiarse en la posibilidad de buscar una alternativa fuera del Descriptivismo Causal. Esto, sin embargo, presenta dos dificultades: en primer lugar, debe prescindir de la que es sin dudas la teoría de la referencia más aceptada por los realistas; en segundo término, la presunta alternativa ha de toparse con el hecho (señalado por Lewis) de que las puras descripciones, sin la

¹⁴ Defendida por ejemplo en Enc (1976); Jackson (1998b); Kroon (1987); Psillos (1999, 2012).

adición de un elemento *causal*, no resultan suficientes para anclar la referencia de los términos teóricos.

5. Realismo Científico y Realismo Nomológico

Es preciso comenzar esta sección dejando claro el siguiente punto: el RC no implica el RN. Tampoco los argumentos usualmente usados para sustentar las creencias realistas se vinculan de modo relevante con los compromisos nomológicos. Nada indica que afirmar el RC tenga como consecuencia —sea directa o por medio de argumentos asociados— sostener la existencia de entidades tales como leyes. El sentido en que las consideraciones siguientes pueden ser interpretadas en favor de concluir que existe una relación positiva entre RC y RN es mucho más moderado. Sostengo que la posición que resulta de afirmar conjuntamente el RC y el RN es comparativamente más sólida que aquellas que, de modos diversos, afirman el RC sin comprometerse metafísicamente con las leyes de la naturaleza.

La defensa de ese punto requiere de algunas distinciones. En primer lugar es preciso detallar tres actitudes que condensan las diferentes reacciones que desde el RC se han tenido contra el RN.

- (a) No hay leyes naturales, tampoco conexiones necesarias en la naturaleza, sólo regularidades.
- (b) No hay conexiones necesarias en la naturaleza. Tampoco hay leyes en el sentido propio del RN, pero sí en uno deflacionario: son los axiomas del mejor sistema que describe la naturaleza.
- (c) No hay leyes, pero sí conexiones necesarias en la naturaleza.

El enfoque (a) apuesta a prescindir totalmente de la distinción entre leyes y generalizaciones accidentales, bajo el supuesto general de que tal distinción no es significativa en la práctica científica ni en nuestra comprensión filosófica de ella, aun bajo los límites del realismo. Esta mirada es subsidiaria, por una parte, de la creciente tendencia (encanada principalmente por la llamada Escuela de Stanford) a señalar que las leyes científicas más generales son abstracciones e idealizaciones que guardan poca o nula relación con los fenómenos que las instancian, o con las entidades inobservables que las causan. Por otra parte, se inscribe en la (más antigua) tradición inaugurada por Russell, que juzga que el concepto de causalidad es dispensable para

la ciencia, y perjudicial para la filosofía¹⁵. El enfoque (b), por el contrario, rescata el valor de la distinción entre leyes y meras generalizaciones, pero a diferencia del RN pretende establecerla epistémicamente, sin la apelación a relaciones objetivas de necesidad. El modo más corriente de cristalizar esta idea es la Teoría de los Mejores Sistemas (TMS), que señala que las auténticas leyes son aquellos enunciados que figuran como axiomas o teoremas en el mejor sistema explicativo que la ciencia pueda producir¹⁶. Por último, el enfoque (c) sostiene que la mejor explicación de la regularidad natural no son leyes que gobiernen los fenómenos, sino poderes causales inmanentes a las propiedades físicas de los objetos. De ese modo postula un fundamento explicativo para el discurso científico acerca de la regularidad, pero uno distinto del ofrecido por el RN. Cada una de estas propuestas para desterrar el RN de los compromisos realistas presenta algunos problemas. La primera de ellas ha de enfrentar el hecho de que (como ya he señalado) tanto el discurso científico como los análisis filosóficos que lo han tenido como su objeto están plagados de referencias a la modalidad en general, y a relaciones causales en particular. Además, debe arreglárselas para explicar por qué la distinción presuntamente infundada entre leyes y generalizaciones accidentales parece tener el estatus de una intuición de sentido común¹⁷. Por último, resta la cuestión no menor de la relación entre las leyes, la modalidad objetiva y la explicación científica. Una de las motivaciones centrales para adoptar el RC consiste en su caracterización de las teorías como brindando *explicaciones* de los fenómenos naturales. En ese sentido los abordajes tradicionales de la explicación científica (y buena parte de los no tradicionales) la vinculan estrechamente con los conceptos de ley y causalidad. Un RC que prescindiera de ellos se ve en una posición debilitada para dar cuenta de esa característica central del compromiso realista. El segundo enfoque, por su parte, es permeable a todo un abanico de críticas. Primero, la mera noción de *Mejor Sistema* encuentra un obstáculo en el problema de la subdeterminación de la teoría por los datos. El sistema explicativo ideal tiene presuntamente infinitos equivalentes empíricos, por lo que la TMS debe complementarse con un relato acerca de las virtudes no empíricas que permiten señalar a uno de ellos como el *mejor* sistema. Las dificultades inherentes a la formulación de dicho relato son también problemas para la TMS. Por otra parte, la fundamentación

¹⁵ En Price and Corry (2007) puede hallarse una rica discusión en torno a esta tradición.

¹⁶ Defensas de esa posición pueden encontrarse en: Lewis (1973); Loewer (1996); Psillos (1999).

¹⁷ Creo que es importante no soslayar el hecho de que toda la discusión en torno al estatus epistémico y metafísico de las leyes de la naturaleza fue motivada de modo decisivo (y de hecho lo es hoy día) por la necesidad de brindar una justificación filosófica de la mencionada distinción.

meramente epistemológica de la distinción entre leyes y generalizaciones accidentales parece despojar al discurso filosófico sobre las leyes de un aspecto tradicionalmente considerado central, como es el carácter *explicativo* de la noción de ley.

Más allá de todas estas dificultades propias de sus formulaciones particulares, los enfoques (a) y (b) comparten un rasgo común que agrega una dimensión problemática: ambos implican un antirrealismo modal. Los argumentos que presenté en la sección precedente tienen como consecuencia que el rechazo del RM pone al realista científico en una situación discursivamente débil, en tanto los principales argumentos para sustentar su posición requieren de compromisos modales. Si ese es el caso, la plausibilidad del primer y segundo enfoque se ve socavada por su antirrealismo modal. La tercera propuesta, (c), no adolece de dicho problema, en tanto el rechazo de los compromisos nomológicos se conjuga con la afirmación de conexiones necesarias en la naturaleza. La forma que esta estrategia ha tomado en el debate actual es la de una metafísica disposicionalista: la postulación de poderes causales permite dar cuenta de la regularidad natural sin apelar a compromisos nomológicos. Molnar (1969), Mumford (2004) y Cartwright (2004) son los principales exponentes de esta posición. El paso final de mi argumentación será mostrar que esta metafísica disposicionalista tiene ciertas dificultades que en principio le restan plausibilidad, y cuyas soluciones viables conducen a formulaciones muy cercanas al RN. Antes, sin embargo, quisiera detenerme en dos aclaraciones que pueden relativizar parcialmente los alcances de mis conclusiones.

En primer lugar, el disposicionalismo puede no ser la única alternativa para sostener conjuntamente el RC y el RM rechazando el RN. Sin embargo es, con todo, la única *disponible* según los términos del debate contemporáneo, por lo que las puertas para una nueva propuesta en esa línea no están del todo cerradas. Segundo, el RN en sus distintas versiones no carece de problemas en su formulación y articulación. Si bien creo que una articulación completa de dicha posición es posible, debe quedar claro que su defensa no es el objetivo de este trabajo.

Volviendo entonces a los problemas propios del disposicionalismo es preciso destacar que éste está comprometido principalmente con *propiedades causales*. Su apuesta, en pocas palabras, consiste en concebir la modalidad objetiva como inmanente a las propiedades y no como impuesta por leyes de la naturaleza. En este relato los objetos son concebidos como meros agregados de propiedades causalmente efectivas. Estas propiedades casuales, a su vez, son caracterizadas como meros agregados de poderes o disposiciones. Estas disposiciones permanecen en estado de meras potencias hasta que (por la acción de otros poderes) llegan a actualizarse. El punto central es que las disposiciones son metafísicamente reales incluso antes de efectivizarse: un cristal es

frágil incluso cuando nunca nada actualice esa disposición. Los problemas para esta posición surgen cuando comenzamos a cuestionar la naturaleza de estas disposiciones. El más significativo es a mi entender la cuestión de su identidad. Si la identidad de una disposición no puede reducirse a sus manifestaciones —dado que por hipótesis puede permanecer como no-manifestada— la salida natural parece ser apelar a una esencia particular o *quidditas*, es decir, a una naturaleza metafísica independiente del perfil causal de la disposición. El problema con esta solución es que una de las principales razones para rechazar la visión categórica de las propiedades asociada al RN es precisamente la imputación de que esta última conduce al quidditismo. El disposicionalismo parece encontrarse entonces en un callejón sin salida.

El único de sus defensores que reconoce explícitamente el problema es Mumford. Su solución sin embargo dista de ser satisfactoria. En su opinión, la identidad de una disposición debe caracterizarse a partir del hecho de que ésta está *dirigida hacia* un universal, a saber, el universal correspondiente a la propiedad que instanciaría *si* se manifestara (Mumford, 2004: 194). Esta maniobra tiene una desventaja de primera mano: la ardua naturaleza de la relación de *estar dirigido hacia*, que es determinante para la caracterización de lo que constituye una disposición real. Según es presentada no se trata de la habitual relación de *instanciación* entre universales y particulares, ni una de participación. Tampoco puede tratarse en sí misma de una relación causal en tanto la manifestación es por hipótesis condicional.

Un segundo y más acuciante problema deviene de la necesidad de apelar a universales, incluso a universales no instanciados. Una de las motivaciones para el disposicionalismo era la posibilidad de fundamentar la estructura modal del mundo a partir de las propiedades casuales mismas, sin tener que postular entidades “externas” que sirvan de sustento para dicha modalidad. Peor aun, la forma más típica de RN que el disposicionalismo pretende impugnar se basa justamente en la postulación de universales que son el fundamento metafísico último de la efectividad causal. Por lo tanto, bajo esta solución la principal ventaja de esta posición se ve opacada: el disposicionalismo acaba con una ontología inflacionaria que requiere de disposiciones, universales instanciados y no instanciados y una misteriosa relación de *dirección hacia un universal*, i.e., de mucho más de lo que exige la forma más metafísicamente saturada del RN.

De ese modo, a la hora de afirmar el RC, todas las variedades de RN presentan (al menos) la ventaja de implicar compromisos metafísicos más modestos que la alternativa disposicionalista.

6. Conclusión

Ambas versiones del REE (aquellas correspondientes al modelo russelliano y las que adoptan la estrategia de Ramsey) resultan igualmente vulnerables a la objeción de Newman. La razón de ello reside en que el PRE opera en cada una de ellas de manera análoga, y es allí donde impacta la (para muchos fatal) crítica de Newman.

No obstante ello, los resultados y alcances de esa objeción pueden para muchos relativizarse. Esos defensores prefieren poner en acento en las capacidades del REE para cumplir con varios de los desiderata realistas: sostener compromisos epistémicos y metafísicos con el mundo inobservable, salvar el carácter continuo y acumulativo del conocimiento científico, brindar una interpretación adecuada del contenido cognitivamente relevante de las teorías exitosas, resistir los resultados de la MIP, etc. Afirmando que a esas pretensiones debe sumarse, al menos, la de poder brindar un relato positivo acerca de la modalidad objetiva.

El RC constituye una posición filosófica con límites y tesis precisas acerca del tipo y grado de compromisos que debemos asumir respecto de las teorías científicas, pero es también una cierta *actitud* que muchos decidimos tomar para emprender una evaluación epistémica de la práctica científica y sus resultados. Esta *actitud realista* evidencia cierta tendencia a valorar compromisos respecto de la modalidad e incluso de las leyes naturales. Éstos son objetos de defensas y cuestionamientos independientes, pero no es claro en general cuál es su relación precisa con el RC. El presente trabajo pretende llenar esa brecha, mostrando que la tendencia implícita en la *actitud realista* hacia las teorías está justificada. Como hemos visto, si bien el RC no implica lógicamente realismo respecto de la modalidad y las leyes, existen razones indirectas para afirmar un tipo más débil de implicación. El principal argumento a favor del RC y su teoría de la referencia más aceptada determinan un compromiso con el RM. Si bien en un sentido algo diferente, la adopción del RN se ve también favorecida a partir de su comparación con las alternativas disponibles para el realista en el debate acerca de las leyes.

Capítulo 3. Realismo Estructural Epistémico, modalidad y leyes de la naturaleza

1. Introducción

Como ya he anticipado, el problema de Newman constituye un obstáculo para muchos insalvable para el REE. Pero no hay, sin embargo, un consenso más o menos general respecto de si es o no suficiente para socavar de modo definitivo las bases de dicha posición. En el presente capítulo ofrezco una objeción novedosa al REE. Sostengo que su formulación conduce a posiciones escépticas en dos campos próximos al RC: los debates sobre la modalidad y las leyes de la naturaleza. Si estoy en lo cierto, dependiendo de las posiciones que se suscriban en dichos debates, el REE resulta, o bien profundamente debilitado como una alternativa realista aceptable, o bien simplemente insostenible. El capítulo anterior intentó mostrar que el RC está atado a compromisos realistas en cuanto a la modalidad objetiva, por lo que, de aceptarse esa conclusión, REE es inviable a la luz de la crítica que expongo en el presente capítulo. De todos modos, los argumentos que presento aquí son independientes de ese resultado. Me ocupo además de una impugnación que pondría en serio peligro el punto que intento establecer, a saber, que la objeción que sostengo no sea más que un corolario de la de Newman. Mi defensa permite mostrar no sólo que se trata de objeciones independientes, sino que hay un sentido interesante en el que la crítica que presento es más fuerte que la formulada por Newman.

2. Estructuras, Modalidad y Leyes Naturales

La limitación impuesta por el PRE hace del REE una posición más modesta que el RC tradicional y lo ubica, según sus defensores, a mitad de camino de los argumentos realistas y antirrealistas, constituyéndolo en *lo mejor de ambos mundos*. Pero este pretendido punto medio, ¿se encuentra realmente del lado del realismo? Muchas de las objeciones que se han alzado contra el REE (incluida la de Newman) pueden reconstruirse como señalando que si éste se mantiene estrictamente dentro del territorio demarcado por el PRE, se torna una posición que, o bien resulta vacía, o bien colapsa en el antirrealismo científico. Mi propia objeción, contrariamente, no buscará poner en duda el carácter realista del REE que, como sugerí, ha sido suficientemente discutido. Se orientará en cambio a señalar que el PRE empuja al REE a sostener posiciones indeseables en dos debates vecinos a la cuestión del RC, a saber, aquellos acerca de la modalidad y las leyes naturales. Esto requiere de cierto desarrollo, pero quisiera adelantar que si califico a esas posiciones como indeseables no es porque se trate de resultados que impliquen un antirrealismo respecto de la modalidad o las leyes naturales, sino porque derivan en un silencio forzoso acerca de esas cuestiones. El REE queda, si estoy en lo cierto, clausurado en una posición escéptica tanto respecto de la modalidad objetiva como de las leyes de la naturaleza. Si bien este resultado puede *lucir* como indeseable para una posición realista, el punto es demasiado crucial como para quedar atado a una mera intuición.

El objetivo primario de esta sección es, por tanto, sustentar adecuadamente esa idea. Recordemos que en el capítulo anterior sostuve que el RN implica el RM, esto siempre que se piense que el segundo conlleva un compromiso con una modalidad irreductible, tal como aquí ha sido presentado (las propuestas que pretenden reducir la modalidad objetiva a rasgos no modales del mundo —e.g. meras conjunciones constantes— caen por fuera del RM). Además, mostré que la implicación se da sólo en ese sentido. Asimismo, procuré dar razones para afirmar que RC implica al menos el RM y se fortalece mediante la adopción del RN. Sin embargo, los desarrollos de este capítulo no dependerán de ese resultado. Por el contrario, bastará aquí con examinar las posibilidades en juego para determinar cuál es la posición del REE.

El RC es presentado de múltiples maneras, pero se trata, al menos y en todos los casos, de un compromiso respecto de las entidades inobservables postuladas por nuestras mejores teorías. Las definiciones más frecuentes hacen referencia, respectivamente, a la existencia de dichas entidades y al conocimiento (total o parcial) que las teorías nos brindan acerca de ellas. Ninguna de las dos, *prima facie*, sugiere inmediatamente compromisos modales. No obstante, podría ser el caso que el RC implique el RM o que, al menos,

[A] El RC debe afirmarse conjuntamente con el RM.

Los argumentos a favor de [A] son variados. Se ha señalado que los compromisos modales deben ser considerados immanentes a la práctica científica (véase Berenstain and Ladyman (2007, p. 152)). Además, como hemos visto, el principal argumento a favor del RC, el argumento del no-milagro, parece requerir un compromiso con la modalidad objetiva, en especial por la noción metafísica de explicación que presupone. Asimismo, la más popular teoría de la referencia entre los realistas científicos, el Descriptivismo Causal, difícilmente pueda formularse sin apelación a nociones modales.

El caso de las leyes es más débil. Buena parte de los realistas científicos aceptan el RM sin comprometerse (al menos explícitamente) con el RN, por lo que la implicación es improbable aquí. Sin embargo, como he intentado mostrar en mi (2016), el RC queda en una posición retóricamente muy débil si no se complementa con el RN, o al menos puede verse fortalecido por su adopción, si ese es el caso

[B] El RC debe afirmarse conjuntamente con el RN.

Dado lo dicho más arriba sobre la relación entre el RM y el RN, la conjunción $\sim[A] \wedge [B]$ resulta una posición inconsistente en tanto sea verdadero que $RN \rightarrow RM$. Tres posibilidades quedan abiertas entonces para el realista: $[A] \wedge [B]$, $[A] \wedge \sim[B]$ y $\sim[A] \wedge \sim[B]$. Supongamos entonces que mi objeción es correcta y que el REE queda preso de una posición escéptica respecto de la modalidad y las leyes. Revisemos las consecuencias de ese resultado a la luz de las opciones mencionadas.

Si es el caso que $[A] \wedge [B]$, o bien que $[A] \wedge \sim[B]$, el REE se convierte en una posición insostenible como alternativa realista. En ambos casos, necesita *poder afirmar* el RM para satisfacer la demanda realista impuesta por cada una de las alternativas. Es así que, bajo el supuesto de que mis argumentos son correctos, el REE se desmorona fruto de la imposibilidad de sostener dicho compromiso.

Pero podría ser el caso que $\sim[A] \wedge \sim[B]$. Ese es, después de todo, un camino que algunos realistas científicos han tomado. Ya que el punto conflictivo es la primera parte de la conjunción, concentrémonos en la cuestión de la modalidad.

En este escenario el REE queda en una situación bastante extraña al debate contemporáneo. La mayor parte de los realistas científicos suscriben el RM. Quienes no lo hacen, sin embargo, no sólo producen una batería de serios argumentos en su contra, sino procuran sostener un caso sólido a favor del Antirrealismo Modal (AM) (e.g. van

Fraassen 1977; Psillos 2014). El REE, en cambio, queda imposibilitado de afirmar tanto un compromiso con el RM, como con el AM; es decir, en virtud del PRE, queda clausurado en una posición escéptica en relación a la modalidad objetiva. Esta circunstancia más que particular lo coloca en una posición extremadamente débil: todos los argumentos en juego en el debate acerca de la modalidad y las leyes —tanto los realistas como los antirrealistas— se convierten en argumentos contra el REE, y éste, por si fuera poco, está privado de elaborar contraargumentos respecto de dichas cuestiones. Podría aducirse que la falta de pronunciamiento a favor o en contra del RM obedece a una actitud pragmáticamente prudente que opta por la suspensión del juicio refugiándose en el agnosticismo, pero ese no es el caso. Por el contrario, la circunstancia que envuelve la ausencia de compromisos con o contra la existencia de modalidad objetiva es la de una parálisis argumentativa, no la adopción de una actitud epistémica. El defensor del REE simplemente *no puede* optar, y, si lo hace, abandona entonces su posición. Puesto que su silencio es forzoso y no una auténtica opción, no puede defender su no pronunciamiento como una abstención prudente, puesto que no es, de hecho, una abstención. La única carta que resta al REE es la *aceptación* del resultado escéptico como una consecuencia de su propio punto de partida. Pero en este marco, ello implica tener que permanecer obligadamente al margen de buena parte de las discusiones más relevantes respecto de la metafísica científica, circunstancia que sería (en el mejor de los casos) tolerable para un antirrealista científico con intuiciones empiristas, pero no para un defensor del RC.

Es por todo ello que, si bien el REE no queda automáticamente impugnado a la luz de $\sim[A] \wedge \sim[B]$, su parálisis escéptica lo ubica en una situación filosóficamente tan particular y retóricamente tan débil, que deja de aparecer como una opción razonable en el debate acerca del RC.

Resta, por supuesto, el verdadero trabajo: mostrar que en efecto mi objeción al REE tiene los resultados escépticos aquí anticipados.

3. Realismo Estructural Epistémico y leyes de la naturaleza

Por los motivos expresados en el capítulo precedente, el RN se entiende aquí como la afirmación de la existencia de las leyes como un plus ontológico respecto de sus instancias, capaz, además, de jugar un rol gobernante respecto de ellas. El REE afirma la existencia de un mundo inobservable, pero se compromete epistémicamente solo con la estructura lógico-matemática de ese ámbito de la realidad. ¿Sería posible en ese contexto postular leyes naturales que den cuenta de la regularidad? La primera cuestión

que puede aparecer como problemática es qué significa 'regularidad' predicado de las entidades inobservables cuando lo único que se postula como conocido (y cognoscible) son sus propiedades estructurales. Pero esto no tiene por qué ser, después de todo, un obstáculo para el REE. Su tesis epistémica apunta precisamente a que el conocimiento estructural es *constante* a lo largo del cambio teórico. Para Worrall, por ejemplo, el hecho de que las ecuaciones de una teoría abandonada se mantengan (al menos en el límite) en la nueva teoría es el testimonio del carácter acumulativo y continuo del conocimiento de la ciencia acerca de la naturaleza. Esa continuidad podría ser invocada como un fuerte indicio de que ciertas relaciones en el plano inobservable constituyen auténticas regularidades, aun cuando la naturaleza de las entidades que las instancian permanezca desconocida.

Zanjada entonces la cuestión de la regularidad resta el problema de si esa regularidad puede ser adjudicada a la vigencia de leyes naturales, es decir, si el REE es compatible con el RN. Dada la caracterización de éste último que hemos adoptado, dos son las posibilidades a la hora de abrazar un RN respecto del plano inobservable. O bien nos inclinamos por una concepción externalista de las leyes, o bien por una internalista.

Para la concepción de Internalista "todas las leyes de la naturaleza, desde las más generales (...) hasta las más específicas (...) derivan de las propiedades esenciales de los objetos y eventos que la constituyen" (Ellis, 2001:4). Dado que el mundo tiene una estructura jerárquica de clases naturales, las relaciones de necesitación entre propiedades están dadas por su carácter esencial y constituyente de esas clases. ¿Puede esta imagen de las leyes de la naturaleza ser consistente con el REE? En principio no parece haber ningún impedimento para afirmar que, a pesar que desconozcamos todo acerca de sus rasgos intrínsecos, las entidades que escapan a la observación tienen una serie de propiedades, algunas de las cuales les son esenciales y resultan constitutivas de las clases naturales a las que dichas entidades pertenecen, y que las relaciones de posibilidad, necesidad, exclusión, etc. que las vinculan conforman la estructura nomológica del mundo inobservable. Pero esta apreciación de primera mano comporta un error básico: la mera postulación existencial de *ciertas* entidades que se vinculan en *ciertas* relaciones, dadas *ciertas* propiedades no especificadas no permite adscribir un carácter esencial a algunas de ellas, hacerlo implicaría ir mucho más allá de los límites de una descripción estructural, i.e., más allá de donde el PRE permite llegar. Determinar que ciertas propiedades son esenciales a una clase natural conformada por entidades inobservables requiere de una penetración epistémica que el REE se ha privado de tener, del mismo modo, el mero hecho de postular un conjunto de propiedades esenciales a una clase inobservable trasciende la

restricción epistémica que el REE se impone. Debe notarse que las dos aseveraciones de la última oración son importantes. No se trata solamente de que, dadas sus limitaciones respecto del RC tradicional, el REE no puede tener un conocimiento de cuál es la naturaleza real de las leyes (léase en este contexto *de las propiedades esenciales de las clases naturales*) que gobiernan el mundo inobservable, sino de que no puede siquiera comprometerse con la existencia de leyes.

Podría pensarse, sin embargo, que es porque en la concepción internalista las leyes son reducidas a propiedades inobservables que los compromisos nomológicos resultan imposibles para el defensor del REE. En tanto nada puede decir acerca de dichas propiedades que exceda un mero enunciado existencial, su camino hacia el RN queda bloqueado. Bastaría entonces con concebir las leyes de modo tal que fueran algo distinto de aquellas entidades cuya naturaleza está vedada para el REE. De ese modo, la concepción externalista puede venir al rescate. Si las leyes son universales de segundo orden, son externas a sus instancias, son entidades diferentes de las propiedades cuya interacción gobiernan, y por lo tanto escapan al PRE. El REE puede no saber nada más que *ciertas* propiedades existen, y aun así afirmar que ellas instancian universales de orden superior que no son otra cosa que leyes de la naturaleza.

Pero, nuevamente, el REE tendría aquí un mal argumento entre manos. Dos razones principales motivan esta afirmación. En primer lugar, la adopción de la concepción externalista va de la mano con la de una teoría de los universales, cuya forma más típica ha presupuesto lo que Armstrong denomina el Principio de Instanciación: toda propiedad o relación debe estar instanciada en particulares reales, en decir, no hay propiedades o relaciones no instanciadas. Según Armstrong, suscribir un realismo respecto de los universales se vincula estrechamente con dicho principio y la adopción de una doctrina naturalista:

Una de las principales razones para aceptar el Principio de Instanciación es mi deseo de sostener, junto con el realismo sobre los universales, la doctrina lógicamente independiente del Naturalismo. Defino el Naturalismo como la tesis que afirma que no existe nada más que un único mundo espacio-temporal, el mundo estudiado por la física, la química, la cosmología, etc. (Armstrong 1983: 82)

La idea de Armstrong es que las propiedades y relaciones que componen el mundo natural deben ser *descubiertas* por la ciencia, y por tanto postuladas como resultado de

la investigación empírica; es sólo cuando ganamos un conocimiento positivo de la instanciación efectiva de una propiedad o relación que podemos atribuirle existencia al universal que manifiesta. Esta postura se opone a la posibilidad de fundar la postulación de universales en base a consideraciones semánticas. La teoría de los universales puede ser de gran ayuda a la hora de explicitar el sentido de algunos términos generales, pero eso no significa que la mera mención de un término general sea suficiente para derivar la existencia del universal correspondiente. Este Naturalismo que rige la postulación de universales de primer orden (propiedades y relaciones $n+1$ -adicas) tiene idéntica influencia cuando se trata de poblar la ontología con universales de segundo orden:

¿Hay universales de orden superior? Aquí nuevamente, en este difícil campo de investigación, debemos abstenernos de proceder *a priori*, esto es, semánticamente. Los universales irreductibles de orden superior deben ser postulados sobre la base de consideraciones *a posteriori*. (Armstrong, 1983: 84)

Si las leyes constituyen un tipo de relación entre universales de primer orden, en tanto universales de orden superior deben también ser el producto de una inferencia fundada en nuestro acervo de conocimiento empírico.¹⁸ Es por ello que insiste en que “las conexiones nómicas entre universales no pueden establecerse *a priori*. Hay que descubrirlas *a posteriori*” (Armstrong 1983: 84).

Así que, aun cuando las leyes se tengan por externas a sus instancias, la afirmación de conexiones nómicas entre universales en el marco del REE resulta insatisfactoria. Postular una conexión legal entre dos propiedades que sólo pueden ser afirmadas existencialmente sin referencia alguna a su efectiva instanciación en lo real —entre, en definitiva, dos variables *vacías* de las que nada puede saberse—, choca de plano con la doctrina que impugna la postulación *a priori* de universales, es decir, que admite como existentes aquellos universales que pueden inferirse a partir de sus instancias, es decir, de nuestro conocimiento de esas propiedades en tanto aspectos reales de nuestro mundo. De este modo, el Naturalismo que acompaña la formulación de la DTA se convierte en el primer obstáculo para que el REE pueda fundamentar sus compromisos nomológicos.

¹⁸ Esta inferencia no es para Armstrong otra cosa que una Inferencia a la Mejor Explicación, a la que, además, postula como piedra de toque de la racionalidad misma.

Pero demos por hecho que el defensor del REE puede cuestionar esta argumentación. O mejor aun, pensemos que puede simplemente ignorarla en tanto su adhesión a la concepción externalista de las leyes puede acompañarse con el rechazo del Naturalismo defendido por los padres de la DTA. La aplicación de esta doctrina al marco del REE resultaría en una versión muy poco atractiva de la DTA, en tanto sólo se limitaría a postular la existencia de leyes que resultan inaccesibles a la investigación empírica, pero no deja de ser una alternativa posible. Después de todo, como quedó de manifiesto en la cita consignada más arriba, el mismo Armstrong destaca que su teoría de las leyes es lógicamente independiente del Naturalismo que abraza.

Pero existe una segunda razón por la que el externalismo nomológico no es un camino posible para el REE. Examinemos brevemente la teoría de los universales subyacente a la formulación de la DTA. Según esta pintura metafísica, los particulares instancian universales *n*-adicos de primer orden, i.e. propiedades de, o relaciones entre particulares. Un particular instanciando un universal conforma un cierto *estado de cosas*. Pero resulta que ciertos estados de cosas parecen conducir indefectiblemente a otros, debemos afirmar entonces, si no queremos caer en la teoría regularista —y ciertamente Armstrong no quiere hacerlo— que algunos estados de cosas hacen necesarios a otros; por ejemplo, que *a* sea *F* hace necesario que *a* sea *G*. Si esto sucede es porque, según la DTA, los universales *F* y *G* están vinculados en una relación tal que el primero hace necesario el segundo, en símbolos, $N(F,G)$. Esa relación ‘*N*’ constituye un universal de segundo orden que se instancia en dos de orden inmediatamente inferior (*F* y *G*); finalmente esta relación de necesidad será para la teoría la única posible entre universales de primer orden. Pero para que efectivamente la ley implique todas sus instancias positivas, es decir, para que se cumpla la implicación que va desde $N(F,G)$ a $(x) (Fx \supset Gx)$ debe darse un paso más, y ese paso consiste en considerar a $N(F,G)$ de manera doble: por una parte —tal que como se ha presentado hasta ahora— como un universal de segundo orden que se instancia en otros de orden inferior, pero por otra, como un universal diádico de primer orden cuyas instancias son pares de estados de cosas que constituyen los casos positivos de la ley. Siendo *a* un objeto particular que es *F* y que, dado que es una ley que $N(F,G)$, es también *G*, este estado de cosas tiene la forma Rab , donde: $R = N(F,G)$, $a = a$ siendo *F*, y $b = a$ siendo *G*, o más claramente:

$(N(F,G)) (a \text{ siendo } F, a \text{ siendo } G)$

Esta expresión debe ser leída como “*a* siendo *F* hace necesario *a* siendo *G*”, en virtud de la relación de necesidad *N* entre los universales *F* y *G*”, en donde $N(F,G)$ está

siendo tomado como un atributo diádico de primer orden, un universal de primer orden, al mismo tiempo que como un atributo 0-ádico de segundo orden, es decir, como un estado de cosas.

Ahora bien, debe notarse que N no es una relación cualquiera entre F y G, sino una relación determinada, la de necesidad nómica. Así es que, si la ley $N(F,G)$ está presente en cada una de sus instancias, es decir, en cada estado de cosas particular en el que *a siendo F* hace necesario *a siendo G*, cada una de esas instancias contiene en sí el universal completo. Lo que, de acuerdo a la doble lectura, implica contener tanto la relación N instanciada en cada universal, como la relación N entre F y G instanciada en dos estados de cosas determinados. Forzando al extremo la formulación de la DTA podría darse por sentado que F y G son propiedades cuya naturaleza resulta desconocida, así tendríamos que la formulación de la ley sería

$$\exists X \exists Y (N(X, Y))$$

y en tanto esa ley se interprete como un universal diádico entre estados de cosas, tendríamos

$$\exists x ((\exists X \exists Y (N(X, Y))) (x \text{ siendo } X, x \text{ siendo } Y))$$

y así cumpliríamos con el PRE tanto respecto de los individuos como de sus propiedades y estados de cosas resultantes. Pero el caso es que, como se hace evidente en la misma notación, no puede hacerse lo propio con la relación N. Dicha relación es de una naturaleza determinada, y ha de encontrarse presente en la instanciación de la ley en estados de cosas particulares. De modo tal que debemos *saber* que dichos estados de cosas, aun cuando queden reducidos a la mera afirmación existencial de una propiedad desconocida instanciada, están instanciando una relación concreta, a saber, la de *necesitación en virtud de relaciones entre universales*. Dicho de otro modo, si la ley se interpreta como un universal diádico de primer orden, es decir como $(\exists X \exists Y (N(X, Y))) (x \text{ siendo } X, x \text{ siendo } Y)$, así entendida, es una fórmula abierta que vincula los estados de cosas particulares en una relación determinada y conocida, lo que, si dichos estados de cosas son inobservables, viola la limitación impuesta por el PRE.

El defensor del REE podría limitar su compromiso nomológico a las entidades, propiedades y relaciones observables, pero es claro que la mera aceptación de leyes empíricas no hace justicia a las intuiciones más básicas asociadas al RC. El REE se

encuentra así en una situación más que particular respecto del compromiso con leyes naturales en el plano inobservable: no sólo no puede suscribir las tesis ligadas a cualquiera de las formas de RN, sino que tampoco puede negarlas. Negar la existencia de propiedades esenciales de clases naturales o relaciones de necesidad entre estados de cosas inobservables pone en jaque su adhesión al PRE tanto como afirmarla. Queda clausurado entonces en lo que denomino *escepticismo nomológico*: la imposibilidad de pronunciarse sobre la existencia de leyes naturales en el mundo inobservable.

La importancia que los debates en torno al RN han adquirido en las últimas décadas muestra por sí misma la inconveniencia de este resultado. Pero como he procurado mostrar en la sección 2, el cuadro es aún más crítico si se replica en lo concerniente a la modalidad.

4. Realismo Estructural Epistémico y modalidad

Como hemos visto, el RN no implica el RM, por lo que el hecho de que el REE conduzca al escepticismo nomológico no significa que lo mismo ocurra con el RM.

Sin embargo, la situación aquí es análoga a la que encontramos respecto de compromisos nomológicos. El RM sostiene que al menos algunos enunciados modales tienen condiciones objetivas de verdad, ello debido a que la modalidad es una característica del mundo independiente de nuestra mente. Restringiendo esta fórmula a los enunciados que contienen términos teóricos debemos afirmar que algunas propiedades o relaciones inobservables resultan ser necesarias. Por ejemplo, el enunciado *En un átomo no puede haber dos electrones con los cuatro número cuánticos iguales* —una manera de enunciar el principio de exclusión de Pauli— es verdadero en virtud de rasgos necesarios de los átomos, sus propiedades y relaciones específicas entre ellas. Pero la restricción epistémica del REE no permite hacer tal afirmación sobre las propiedades y relaciones del mundo inobservable; puesto que éstas son postuladas de modo meramente existencial, nada acerca de su carácter necesario o contingente puede ser dicho sin trascender los límites del PRE. El argumento opera de manera análoga al que se aplica en el caso de las leyes, y conduce al mismo tipo de resultados, aunque ahora respecto de la modalidad. El REE de ese modo implica lo que denomino *escepticismo modal*. A diferencia del defensor del RC tradicional, el REE no tiene opción respecto de los compromisos modales y nomológicos que usualmente acompañan una actitud realista hacia las teorías. Su incapacidad de afirmar que ciertas propiedades concretas son necesarias a una entidad, o que ciertas conjunciones constantes de

propiedades obedecen a conexiones necesarias en la naturaleza, se conjuga con la imposibilidad de negar que nada de ello ocurre. En ambos casos se transgrede la limitación impuesta por el PRE.

Quisiera centrarme ahora en algunas respuestas que el REE podría ensayar contra el punto que intento establecer en esta sección y la precedente. Mi argumento para mostrar que el REE implica un escepticismo modal opera, como queda de manifiesto, de modo análogo al que muestra las limitaciones que el defensor del REE tiene respecto de la disputa acerca de las leyes naturales. Además, se ha establecido que el RN implica el RM. Es por ello que podemos concentrarnos en las objeciones que el REE puede hacer en torno al argumento del escepticismo modal, dejando en claro que se aplican, *mutatis mutandis*, al caso de las leyes.

Anticipemos entonces algunas de las réplicas que desde el REE podrían ensayarse contra mi argumentación.

Respuesta 1. El PRE impone una limitación respecto del conocimiento del mundo inobservable, pero no impugna toda forma de especulación metafísica sobre ese ámbito. ¡Después de todo, la mera afirmación de que existen entidades inobservables con propiedades y relaciones es en sí misma una asunción metafísica!

El problema de la afirmación acerca de que existen propiedades o relaciones necesarias en el ámbito inobservable no es su carácter metafísico, sino la trasgresión del límite que el PRE impone. Claro que afirmar que existen las entidades inobservables es una asunción metafísica —aunque sin dudas se trata de “metafísica” en un sentido diferente al que corresponde a la modalidad, la causalidad o los universales¹⁹—, lo mismo que suponer que pueden tener una cardinalidad definida; sólo por tratarse de una posición realista el REE tiene compromisos metafísicos como punto de partida. El problema consiste en cuáles son los compromisos que puede asumir dado ese punto de partida, y la postulación de conexiones necesarias entre entidades o propiedades concretas está más allá de ese límite, puesto que, si bien se trata de una tesis metafísica, implica un conocimiento que trasciende los principios del REE, i.e., el conocimiento de que ciertas propiedades y/o relaciones son *necesarias*.

Pero nuestro objetor podría contraatacar.

¹⁹ Algunas reflexiones interesantes sobre esta distinción pueden encontrarse en Chakravartty (2013).

Respuesta 2: Si la necesidad no puede ser postulada como un rasgo intrínseco del mundo inobservable, tal vez pueda ser derivada a partir de lo observable. En efecto, si sostenemos un RM respecto de los fenómenos (sustentado en argumentos positivos y críticas al humeanismo) podemos inferir que a los procesos inobservables subyacentes a los fenómenos les corresponde el mismo tipo de necesidad.

Pero el REE tiene un mal argumento entre manos. En primer lugar porque el punto crucial, nuevamente, es que el carácter necesario de relaciones inobservables es simplemente algo que no podemos conocer ni postular si suscribimos el REE. Pero incluso ignorando ese punto y asumiendo que ciertas correlaciones fenoménicas son necesarias, el argumento sigue sin funcionar. La necesidad a nivel de los efectos no permite inferir que las causas tienen igual estatus modal. Digamos que estoy en una mesa de Black Jack en la que el *croupier* está haciendo trampa de modo tal que es necesario que yo gane una de cada tres manos consecutivas. Es indiferente para el ejemplo que yo efectivamente crea que él está haciendo trampa, del mismo modo que resulta indiferente que yo suscriba o no el RM a nivel de los fenómenos. El caso es que si yo acabo de perder dos manos seguidas, el *croupier* hará ciertos movimientos imperceptibles que harán que necesariamente yo gane, es decir, repartirá las cartas de modo tal que yo no pueda perder ni empatar. Pero incluso si yo supiera que mis ganancias son causadas por las habilidades del *croupier*, ello no me permitiría inferir que es necesario que él haga trampa. Claro que el argumento funciona de modo inverso, si algo hiciera necesario que él hiciese trampa una de cada tres manos consecutivas, ello implicaría mis triunfos correspondientes con el mismo grado de necesidad, pero ese no es el caso con el REE. Así que, incluso si fuese fundada, la postulación de conexiones necesarias entre los fenómenos no implica que los procesos subyacentes que los causan sean también necesarios.

Pero démosle la palabra al defensor del REE una vez más.

Respuesta 3: El problema con los argumentos esgrimidos contra la Respuesta 1 y la Respuesta 2 es que malinterpretan tanto el sentido de los compromisos modales como la restricción impuesta por el PRE. Lo que este último limita es todo conocimiento acerca de la naturaleza de las entidades y relaciones inobservables. Las asunciones ligadas al RM no son, por el contrario, acerca de la naturaleza de las entidades inobservables, sino afirmaciones metafísicas acerca de la realidad en general que, por supuesto, incluye a esas entidades.

Esta es, sin dudas, una objeción seria a mi argumentación, después de todo puede parecer plausible que los compromisos modales sean hipótesis metafísicas acerca de la realidad, y no acerca de la naturaleza de ciertas entidades. De ese modo, en tanto asumir ese tipo de compromisos no viola el PRE, el REE y alguna versión del RM puedan ser compatibles. Pero analicemos de cerca esta respuesta. El punto crucial, como se sospechará, es lo que 'naturaleza' significa en el PRE, y si la postulación de un carácter necesario para una propiedad o una relación alcanza ese punto. Encuentro difícil pensar cómo podría no hacerlo.

Lo que tenemos en el mundo inobservable son individuos, propiedades y relaciones. Comencemos por los individuos. Más allá de la lógica, es discutible que la categoría de *mero individuo*, es decir, un individuo que no instancia ninguna propiedad tenga algún sentido. Lo tiene, por ejemplo, para quienes solucionan problemas en torno a la identificación y la discernibilidad (como los que aparecen en el marco del análisis metafísico de las partículas elementales, o en discusiones *a priori* acerca de las ontologías estructuralistas o disposicionalistas) apelando a *quidditas*. En cualquier caso, incluso si tienen un punto, esto no es un peligro para mi posición, dado que si efectivamente hay algo como meros individuos, no tiene sentido preguntarnos por su carga modal. No son nada salvo individuos, y por tanto no hacen nada salvo existir (lo que, por obvias razones, no puede ser necesario). Por otra parte, si los individuos no fueran más que cúmulos de propiedades, debemos preguntarnos entonces por el estatus modal de estas últimas. Hay más de un modo de concebir a las propiedades: (a) como *categorías* o *intrínsecas*, (b) como puramente relacionales.

La manera más frecuente de concebirlas como (b) es en términos de poderes o disposiciones, conceptos que son a todas luces modales: ser la propiedad P es tener la disposición para hacer necesariamente e en circunstancias c, o probablemente e' en circunstancias c'. De ese modo su carácter modal es obviamente parte de su naturaleza, es lo que la hace ser la propiedad que es. La posibilidad de concebirlas en términos relacionales pero no disposiciones nos lleva al problema del carácter modal de las relaciones, que trataré en breve. Veamos entonces qué ocurre con las propiedades intrínsecas. Las propiedades intrínsecas o categorías —si es que hay tal cosa— tienen su identidad determinada con independencia a toda relación con otras propiedades. Así parece que, después de todo, las relaciones modales entre propiedades pueden ser externas a la naturaleza de dichas propiedades. Pero debe tenerse en mente que no estamos todavía abordando el carácter modal de las relaciones entre individuos o entre propiedades, sino la cuestión de la naturaleza de las propiedades independientemente de su relación con otras propiedades (lo que, por hipótesis, es posible si hay

propiedades no relacionales). Entonces, en este contexto, ¿qué implica adscribir modalidad a una propiedad de este tipo? Implica decir que esa propiedad es necesaria. Pero dado que las propiedades son propiedades de algún individuo, decir que determinada propiedad es necesaria, es decir que es necesaria para el individuo en que se instancia, lo que equivale a decir que es parte de su esencia, de su naturaleza. De ese modo, aun cuando los rasgos modales de propiedades categóricas sean externos a la naturaleza de dichas propiedades, no lo son respecto de la naturaleza de los individuos que las instancian, lo que termina por bloquear el camino de la Respuesta 3 también en este caso.

Queda entonces la cuestión de las relaciones. Nuevamente, recorramos las diferentes alternativas. Puede que (a) las relaciones sean reductibles a propiedades; si ese es el caso, entonces puede reponerse aquí lo que acabo de afirmar respecto de las propiedades. Puede que, por el contrario, (b) las propiedades sean reductibles a relaciones (como ocurre en el marco de la versión óptica del Realismo Estructural y en varias concepciones disposicionalistas); si este fuera el caso, puede reponerse aquí lo dicho respecto de disposiciones. Pero puede afirmarse que (c) existen propiedades y relaciones irreductibles.

Claramente (c) es el caso clave para evaluar la Respuesta 3. Las relaciones (o al menos las que resultan relevantes a los fines presentes) pueden ser relaciones entre individuos o entre propiedades. Comencemos por los individuos. Considérense dos individuos a y b , y una relación diádica R . Rab es necesario si en todo mundo posible en que existan a y b , ellos mantienen la relación R , o bien (en caso de que alguna circunstancia antecedente se requiera para que R tenga lugar) si en todo mundo posible en que existan a y b y se cumplan ciertas condiciones iniciales c , ellos mantienen la relación R cuando c . Se trata de lo que Kripke y Putnam denominaron necesidad metafísica. 'Juan y Pedro son hermanos gemelos' es metafísicamente necesario porque en toda circunstancia posible en que existan Juan y Pedro ellos son hermanos; ahora bien, ello ocurre en virtud de sus propiedades esenciales, es decir, de su naturaleza. Si dos individuos están necesariamente relacionados, lo están gracias a su naturaleza, por lo que conocer tal hecho requiere conocer dicha naturaleza.

En segundo lugar, podría tenerse como necesaria una relación entre propiedades. Este escenario no es nuevo, y ha sido analizado ya en la sección precedente. Si esas propiedades son concebidas en clave "externalista" como universales instanciados en particulares, para las relaciones de necesitación entre pares de propiedades aplica aquí lo dicho acerca de la posición de Armstrong. De hecho, en su esquema, N es la única relación posible entre universales. Si, por el contrario, las propiedades son concebidas

en clave “internalista” como cúmulos de poderes o disposiciones, aplica aquí lo dicho más arriba respecto de la concepción relacional-disposicionalista de las propiedades. Pero aun con todo lo dicho, el realista estructural epistémico podría apostar a extremar el recurso de restringir epistémicamente su posición. Escuchémoslo por última vez.

Respuesta 4: lo que el PRE exige es que no se asuman compromisos acerca de la naturaleza de las entidades, propiedades o relaciones inobservables. Al establecer que cualesquiera propiedades o relaciones que instancien la estructura definida por la teoría son necesarias, no está refiriéndose a ninguna naturaleza determinada de esas propiedades o relaciones. Por el contrario, cuál sea esa naturaleza es una cuestión que queda indeterminada a pesar de su compromiso

La jugada consiste aquí en intentar deslindar los compromisos epistémicos de los ontológicos, es decir, mostrar que es posible comprometerse con la *existencia* de la modalidad en el mundo inobservable, sin por ello hacer lo propio con el *conocimiento* de dicha modalidad.

Para rebatir este punto, supongamos un caso muy simple, limitado a propiedades monádicas sin la postulación de leyes: de acuerdo a nuestra teoría T, los fenómenos *o* son causados por una entidad *a*. Por supuesto nosotros no podemos, según el REE, saber que *a* es efectivamente un *a*, por lo que tenemos que una cierta entidad *x* es la que produce *o*. La entidad *a* tiene asociada en T un conjunto de propiedades determinadas P, pero, nuevamente, nuestro compromiso debe estar limitado a afirmar un conjunto S de propiedades no especificadas, digamos X, Y y Z²⁰. No sabemos además si *x* instancia otras propiedades fuera de S. No sabemos de qué propiedades se trata, sólo que *x* las instancia. Aun así, afirmar que esas propiedades son *necesarias* para *x* es indirectamente decir algo acerca de la naturaleza de *x*, estamos afirmando que son las propiedades en S las que determinan (al menos en parte) la naturaleza de *x*. Pero eso es más de lo que la ramificación de T nos dice, y por lo tanto más de lo que un REEista puede afirmar habiendo abrazado el PRE. Las propiedades en S pueden ser un conjunto de características contingentes a *x*, lo que fuera que *x* sea. El caso es que no lo sabemos, y si suscribimos el REE, no lo podemos saber.

²⁰ T podría incluir ciertas leyes sobre el modo en que se relacionan las propiedades entre sí, de hecho debería hacerlo para ser una teoría interesante acerca de *o*, pero nuestro ejemplo, como se dijo, queda limitado a un esquema muy simple que incluye sólo propiedades monádicas.

5. Escepticismos modal y nomológico a la luz del problema de Newman

Un último cuestionamiento de peso podría alzarse contra la argumentación que intenté esbozar en las secciones precedentes, dado que su tenor es diferente y su alcance más amplio, merece un tratamiento independiente. La preocupación en este caso podría estar orientada no a la validez de los resultados de mi objeción al REE, sino al hecho de que, cuidadosamente considerada, ella sea en realidad trivial a la luz de la clásica objeción de Newman. Después de todo ambas pueden parecer equivalentes en cuanto a su pretensión de socavar el REE.

Si bien ambas apuntan a señalar diferentes aspectos conflictivos del REE —la argumentación de Newman, por ejemplo, no hace referencia alguna a la modalidad o las leyes naturales— podría pensarse que hay un sentido en el que, si no se trata del mismo argumento, al menos mi objeción es una suerte de corolario de la de Newman. Si el contenido de la oración de Ramsey de una teoría acerca del mundo inobservable es epistémicamente trivial, puesto que se agota en afirmaciones que se siguen de la lógica de segundo orden más una restricción de cardinalidad, entonces dicho contenido no puede incluir conocimiento acerca de la modalidad o las leyes, en tanto nada acerca de ellas se sigue de la lógica de segundo orden o de una restricción de cardinalidad. En otras palabras, los Escepticismos Modal y Epistémico aparecen como una consecuencia de señalar el carácter trivial de las afirmaciones del REE.

Hay, sin embargo, razones para pensar que ese no es el caso. En primer lugar, no puede afirmarse que mi objeción contra el REE sea una consecuencia lógica de la de Newman. Si se atiende a la formulación realizada por Ketland (2004) del problema de Newman, lo que la objeción afirma es que para que la oración de Ramsey de una teoría sea verdadera basta con que tenga un modelo empíricamente correcto cuya cardinalidad coincida con la de las entidades inobservables. De ello no se sigue, en principio, que no existan medios racionales alternativos para postular modalidad o relaciones nómicas entre dichas entidades. En segundo término, lo que la citada formulación muestra es que el REE, a pesar de su nombre, no es sustancialmente diferente de ciertas variantes de antirrealismo científico. Concretamente, el hecho de que la verdad de una teoría colapse en adecuación empírica pone al REE a la par del Empirismo Constructivo de van Fraassen. Tal como Ainsworth observa:

De ese modo el REE (en la versión que adopta las oraciones de Ramsey) es simplemente el antirrealismo de van Fraassen, con el agregado de la peculiar

afirmación de que (tal vez) podemos conocer la cardinalidad del mundo inobservable. (Ainsworth 2009: 148)

Ahora bien, pese a que el resultado de Newman iguala el REE con el Empirismo Constructivo (más la afirmación de que podemos conocer la cardinalidad del mundo inobservable), es bien sabido que dentro de este último no hay limitación alguna para adoptar un antirrealismo tanto modal como nomológico. De hecho, van Fraassen se ha ocupado más de una vez de argumentar en favor de que no existe tal cosa como necesidad *de re*. Por último, vale la pena considerar que, más allá de lo que pueda parecer a simple vista y pese a compartir la intención de socavar el REE, mi objeción y la de Newman no son equivalentes en cuanto a sus resultados. El problema señalado por Newman es que el compromiso epistémico de esta variante del RC resulta trivial, a un extremo tal que dudosamente merezca el nombre de realismo. Mis observaciones, en cambio, se orientan a mostrar que el REE queda, por sus propias reglas de juego, clausurado en una posición que lo *paraliza* en cuanto a sus posibilidades de pronunciarse sobre cuestiones metafísicas centrales para el realismo, como lo son la modalidad y las leyes.

Esto último puede dar lugar a una preocupación adicional, a saber, que mi cuestionamiento al REE es más débil que el de Newman. Sostengo que ello es correcto, pero sólo en el sentido de que un defensor del REE podría, en última instancia (y dados ciertos presupuestos sobre el RM y el RN), aceptar mis argumentos y morder la bala, sin por ello estar obligado a abandonar su posición. Hemos visto que esa sería una actitud retóricamente muy débil y poco coherente con los desiderata realistas, pero no deja de ser una actitud posible. Es claro que ello no ocurre en el caso de la objeción de Newman, ya que nadie podría aceptar que una posición es trivial y que colapsa en el antirrealismo, y aun así seguir suscribiéndola como una alternativa al RC tradicional.

Pero hay un sentido diferente en el que mi objeción puede considerarse más fuerte que la de Newman que servirá, además, para despejar dudas sobre el hecho de que efectivamente se trate de objeciones independientes. Mi estrategia consiste en mostrar que en un escenario donde el REE sobrevive a la objeción de Newman, sigue preso de los Escepticismos Nomológico y Modal.

Buena parte de las respuestas ensayadas en la literatura reciente se orientan a la versión de Ketland del problema de Newman, es por ello que, si bien no es éste el lugar para ahondar en los detalles de la prueba, resulta oportuno atender a su forma general. Ketland parte de un lenguaje L de segundo orden con dos tipos de variables de individuo cuyos dominios son, respectivamente, las entidades observables y las entidades

inobservables. Admite, además, tres tipos de predicados que en la interpretación pretendida del lenguaje refieren respectivamente a propiedades o relaciones observables, propiedades o relaciones inobservables y a relaciones mixtas entre entidades observables e inobservables. Supongamos entonces que $\langle D_0, O_1, O_2, \dots \rangle$ es la estructura asociada a la interpretación pretendida de la parte observacional del lenguaje, tal que D_0 es la clase de las entidades observables y O_1, O_2, \dots las clases de n-tuplas correspondientes a las propiedades y relaciones observacionales del lenguaje. Previo a abordar el resultado, necesitamos caracterizar intuitivamente dos definiciones. Primero, para una estructura arbitraria formulable en L , $\langle \langle D_1, D_2 \rangle, R_{1.1}, R_{1.2}, \dots, R_{2.1}, R_{2.2}, \dots, R_{3.1}, R_{3.2} \rangle$, donde D_1 y D_2 son dominios arbitrarios, $R_{1.i}$ son interpretaciones arbitrarias de predicados teóricos sobre D_1 , $R_{2.i}$ son interpretaciones arbitrarias de predicados observacionales sobre D_2 , y $R_{3.i}$ son interpretaciones arbitrarias de predicados mixtos sobre $D_1 \cup D_2$, diremos que dicha estructura es *empíricamente correcta* si su reducción de la forma $\langle D_1, R_{1.1}, R_{1.2}, \dots \rangle$ es isomórfica con $\langle D_0, O_1, O_2, \dots \rangle$; es decir, una estructura arbitraria es empíricamente correcta si su reducción (del modo indicado) es isomórfica respecto del mundo observable. Debe notarse que esta definición va en línea con la caracterización que van Fraassen ofrece de la adecuación empírica, de acuerdo a la cual “una teoría es empíricamente adecuada si tiene un modelo en el que todos los fenómenos encajan” (van Fraassen 1980: 12).

La segunda definición en juego afirma que una estructura arbitraria $\langle \langle D_1, D_2 \rangle, R_{1.1}, R_{1.2}, \dots, R_{2.1}, R_{2.2}, \dots, R_{3.1}, R_{3.2} \rangle$ tiene la *cardinalidad-T correcta* si $|D_2| = |D_T|$, donde D_T es el conjunto de las entidades inobservables. Ahora bien, la oración de Ramsey de una teoría es el resultado de eliminar todas las variables de individuo y predicados teóricos, cuantificándolas en segundo orden. De ese modo, sólo afirma algo sobre el mundo observable, y resulta verdadera si y sólo si encuentra un modelo en el mundo observable y existen relaciones teóricas y mixtas R_2 y R_3 que la satisfagan. Pero puede probarse entonces que:

K-N: La oración de Ramsey de una teoría es verdadera si tiene un modelo que es *empíricamente correcto* y tiene la *cardinalidad-T correcta*.

Los pormenores de este resultado no tienen lugar aquí²¹, pero puede verse fácilmente el modo en que pone en términos precisos el problema de Newman: si la oración de

²¹ Véase Ketland (2004).

Ramsey R de T agota el contenido epistemológicamente relevante de dicha teoría, KN muestra que sólo se requiere que R sea empíricamente adecuada y tenga un modelo con la cardinalidad correcta para que sea verdadera. Pero claramente no cabe decir lo mismo de T, por lo que la propuesta del REE no puede ser adecuada. Hecha esta exposición, me referiré en adelante a la objeción de Newman y a K-N indistintamente. Ha habido varios intentos de superar esta objeción. Ainsworth (2009) compila y evalúa críticamente los más relevantes. Su diagnóstico final es que ninguno de ellos consigue salvar al REE de la objeción de Newman satisfactoriamente. Si bien comparto globalmente esa opinión, quedan algunas salvedades por hacer. Ainsworth propone una clasificación de estas propuestas según su posición respecto de la adopción de la estrategia de Ramsey y otros puntos centrales para el REE. Pero, teniendo en cuenta su análisis crítico, podría proponerse un agrupamiento diferente, funcional a los objetivos de esta sección. Hay defensas del REE que simplemente fracasan en desarticular o neutralizar la objeción de Newman, mientras que otras, en cambio, consiguen hacerlo pagando costos demasiado altos. Y es en razón de esos costos, y no de su ineficacia para contrarrestar K-N que Ainsworth las juzga inadecuadas. La mayor parte de los ejemplos corresponde a la primera categoría. French y Ladyman (2003), por ejemplo, sugieren que K-N puede neutralizarse si se abandona el enfoque de Ramsey y se adopta la concepción semántica de las teorías. Ello es simplemente erróneo: puede probarse en el marco de dicha concepción un resultado análogo a K-N, que muestra que una estructura sólo necesita ser empíricamente correcta y tener la cardinalidad-T correcta para ser isomórfica a una estructura instanciada por el mundo. Con una estrategia diferente, Votsis (2003) pretende salvar el REE afirmando que, si bien el resultado de Newman es correcto, eso no significa que el conocimiento aportado por la oración de Ramsey de una teoría sea trivial, puesto que

“el método con el que arribamos a estructuras abstractas es al menos parcialmente empírico ... el hecho de que la teoría de conjuntos me permita derivar *a priori* la misma estructura no significa que la información que he alcanzado carezca de importancia” (Votsis 2003: 887)

También aquí se cae en un error fatal: lo que K-N muestra es que independientemente del método utilizado para arribar a una estructura, el REEista carece de herramientas para conocer su relevancia. Resulta claro que el camino seguido, sea *a priori*, sea *a posteriori*, no puede hacer una diferencia respecto del valor epistémico de una estructura.

Pero las respuestas que me interesan están en realidad en la otra categoría, aquellas que a pesar de lograr desarticular K-N, son descartadas por Ainsworth en razón de sus fatales consecuencias para las bases filosóficas del REE. Hay dos respuestas en este grupo. La primera es presentada por Psillos (1999), para quien el resultado crucial de Newman puede evitarse si se asume (tal como fue sugerido por Merrill (1980) a partir de la amenaza que el argumento modelo-teórico de Putnam representaba para el realismo) la tesis que afirma que el mundo no es sólo una clase de entidades, sino una clase *estructurada* de entidades. Es decir, que existen clases naturales. La apelación a una estructura natural, dada o privilegiada del mundo inobservable implica que no toda estructura arbitraria asignada a dicho dominio resulta igualmente adecuada. Pero como el mismo Psillos reconoce, para el defensor del REE esto significa admitir que su conocimiento del mundo inobservable va más allá de lo que la oración de Ramsey puede afirmar, puesto que la posibilidad de “distinguir entre clases naturales y no naturales (...) [implica] admitir que cierto conocimiento no estructural es posible, a saber, que algunas clases son naturales mientras otras no lo son”. (Psillos 1999: 66). Claramente el costo es demasiado alto: salvar el REE del problema de Newman implica aniquilarlo.

Pero hay en esta línea una respuesta menos radical, brindada por Cruse (2005). Su argumento parte de la simple observación de que la prueba de Ketland (al igual que la formulación original de Newman) depende de una distinción teórico/observacional que el REE podría no aceptar. Brevemente, hace notar que las propiedades y relaciones observables del lenguaje L se aplican sólo a entidades y tuplas de entidades observables, las propiedades y relaciones inobservables a entidades y tuplas de entidades inobservables, y las relaciones mixtas a pares de entidades tal que la primera sea observable y la segunda inobservable. Esta caracterización es para Cruse inaceptable, la intuición central detrás de su rechazo es que el hecho de que llamemos a una propiedad observable significa que *al menos en algunos casos, pero no necesariamente siempre*, podemos observarla. Más brevemente, nuestra caracterización intuitiva de la distinción teórico/observacional permite que entidades inobservables instancien propiedades observables, es por ello que “podemos afirmar con sentido (y si somos realistas, con verdad) que existen glóbulos rojos” (2005, p. 564). Si seguimos la sugerencia de Cruse y adoptamos una caracterización más liberal de la distinción teórico/observacional, la prueba de K-N ya no es posible, y la objeción de Newman contra el REE queda desarticulada. No puede ya afirmarse que el conocimiento que el defensor del RRE tiene del mundo inobservable sea trivial, puesto que alcanza ahora a las propiedades observables instanciadas por entidades inobservables.

Ainsworth reconoce este hecho, pero rechaza la solución de Cruse como insuficiente para preservar las aspiraciones epistémicas del REE. A diferencia de la respuesta de Psillos, el costo de la solución no es demasiado alto, el REEista puede mantener su posición y el enfoque de Ramsey sobre las teorías sin violar el PRE²². El problema es que, a juicio de Ainsworth, la ganancia es aquí demasiado escasa. El rédito epistémico de incorporar la nueva distinción teórico/observacional es solamente poder afirmar que la oración de Ramsey de una teoría nos brinda un conocimiento que está más allá de lo que un antirrealista estaría dispuesto a aceptar:

nos dice algo sobre las propiedades y relaciones "observables" del mundo inobservable. Así, el REE, interpretado en esta línea, en efecto representa un refugio a medio camino entre el realismo y el antirrealismo. Sin embargo, no se parece al refugio que el REEista afirma que habitar: esta posición implica que no tenemos un conocimiento no trivial de propiedades y relaciones inobservables (y, en particular, ningún conocimiento "estructural" interesante de tales propiedades y relaciones). (Ainsworth 2009: 160)

Creo que Ainsworth está en lo correcto, a pesar de neutralizar K-N, el resultado de Cruse parece distar mucho de la pretensión de dar cuenta del conocimiento estructural y acumulativo que la ciencia tiene respecto del mundo inobservable, y en ese sentido, pese a poder distinguirse adecuadamente tanto del antirrealismo como del RC tradicional, el REE gozaría de un escaso o nulo atractivo filosófico. Sin embargo, un defensor de la versión de Cruse del REE podría disentir, bien porque contase con argumentos independientes que socaven las conclusiones de Ainsworth, bien porque el hecho de poder encontrar una posición auténticamente independiente, equidistante del antirrealismo y el RC tradicional le parece por sí suficiente atractivo, bien por alguna otra razón que dote a esta versión de la densidad filosófica necesaria, o lo que fuere que se juzgue suficiente para continuar una defensa de ella.

²² Puede pensarse que sí lo hace, en tanto lo que se gana con la nueva distinción es un conocimiento acerca de propiedades que están ejemplificadas en entidades no observables. El defensor de esta variante del REE (si es que podría haber alguien que reclame tal título) podría argüir que, pese a todo, se trata de propiedades *observables*, cuyo conocimiento bien puede derivar de la experiencia inmediata. O bien podría suscribir una versión adecuadamente modificada del PRE. En cualquier caso ese punto es independiente del que trato de establecer mediante este ejemplo, que concierne exclusivamente a la diferencia entre la objeción del Newman al REE y mi propio argumento.

Ahora bien, para mostrar mi punto basta con suponer que alguien pudiese adoptar dicha postura. Lo que me interesa mostrar aquí es que la versión de Cruse del REE consigue eludir K-N, y sin embargo sigue siendo permeable a los argumentos que he desarrollado en las secciones precedentes. En efecto, la modificación operada en la distinción teórico/observacional resulta suficiente para bloquear K-N y evitar que el REE quede reducido a una posición trivial que colapsa en el antirrealismo científico, con todo, el postular la posibilidad de conocer las extensiones de algunos predicados observacionales instanciados por entidades inobservables no es suficiente para habilitar compromisos modales o nomológicos en el seno del REE. El PRE sigue bloqueando tales compromisos tal como lo hacía en la versión original de esta posición (incluso si se considerara que la variante de Cruse ha de apelar a una formulación modificada del PRE, de acuerdo a la cual ciertas propiedades de las entidades inobservables pueden ser conocidas siempre que se trate de propiedades *observables*, es evidente que esta liberalización del PRE sigue siendo restrictiva respecto de los compromisos modales, en tanto las relaciones de necesitación que estos compromisos implican no caen en el dominio de predicados observables que el postulado admite como cognoscibles). Respecto del escepticismo nomológico y modal, es indiferente que adoptemos una u otra versión de la distinción teórico/observacional. Es así que, pese a sus imitaciones y problemas, la versión de Cruse del REE muestra que en un contexto en el que N-K es evadida, mi propia objeción resulta todavía aplicable. Este es el sentido relativo en el que afirmé que puede considerarse *más fuerte* que la objeción de Newman. Y esto atestigua, además, acerca de la independencia de ambas objeciones.

6. Conclusión

El PRE es el centro del núcleo propositivo del REE y es la fuente de su capacidad de conciliar las intuiciones detrás de los argumentos que definen la polémica entre realistas y antirrealistas científicos. Sin embargo, constituye también su talón de Aquiles. Ha dado lugar a muchas objeciones que han puesto en duda su carácter de alternativa genuina al RC, entre ellas la ampliamente discutida objeción de Newman. Ella permanece como un problema siempre vigente para los defensores del REE.

Como he procurado mostrar, el PRE es también el origen de un problema adicional, puesto que conduce al REE a encerrarse en posiciones escépticas en debates clave para todo realista científico. Dependiendo de cuáles sean los resultados de esos debates, el REE resulta o bien una posición retóricamente endeble, o bien lisa y llanamente inviable.

Su imposibilidad de asumir dichos compromisos se replica en los debates sobre el RN y el RM, punto que he intentado apuntalar adelantando y respondiendo posibles reacciones de los defensores del REE. He procurado, asimismo, dar cuenta de que mi objeción es independiente del problema de Newman, e incluso más fuerte en un sentido relativo: una versión adecuadamente modificada del REE es capaz de sobrevivir a la objeción de Newman, pero sigue siendo vulnerable a mis argumentos.

Si bien el REE continúa siendo una posición vigente en el debate contemporáneo, creo que las razones expuestas aquí se suman a las vertidas en la literatura reciente acerca de los aspectos problemáticos del REE, para dar fuerza a la idea de que las convicciones estructuralistas deben ser profundizadas en el rumbo del Realismo Estructural Óptico, o bien reconducidas hacia las arenas del RC tradicional.

Capítulo 4. El Realismo Estructural Óptico: presentación, variantes y argumentos

1. Introducción

Desde la publicación de *What is Structural Realism?*, de James Ladyman en 1998, el REO se ha transformado en un programa filosófico fértil que ha incorporado interesantes discusiones sobre la relación entre la ciencia y la filosofía en general, y sobre las implicancias filosóficas de algunas teorías de la física moderna en particular, que ha abierto el juego a la revisión de viejos problemas epistemológicos (causalidad, modalidad, universales, leyes científicas, teorías semánticas, etc.) y que ha visto nacer bajo su sombra, tal vez en buena medida en virtud de todo lo anterior, una creciente variedad de matices y alternativas teóricas.

En este capítulo expongo las principales motivaciones para el desarrollo del REO. Asimismo, intento brindar un mapa completo de las diversas variantes de esta posición que se han formulado en la literatura reciente. Evalúo críticamente sus fundamentos adelantando algunas conclusiones sobre la inviabilidad de las variantes eliminativistas. Los argumentos en ese sentido se completarán en los capítulos 7 y 9. Argumento en consecuencia a favor de las versiones no eliminativistas, proponiendo una nueva variante basada en una metafísica disposicionalista. Diferencio esa propuesta de la formulada por Esfeld (2009), y anticipo algunas posibles objeciones.

2. Argumentos a favor del REO

La tesis de que a las estructuras debe adjudicárseles un carácter ontológicamente primario respecto de los objetos o individuos está, para los fundadores del REO, motivada y justificada por una serie de argumentos que provienen de dos frentes diferentes. Por una parte se afirma que el REO viene a resolver una serie de problemas conceptuales de la tradición en la que se inscribe: su hermano mayor, el REE, no ha podido contestar satisfactoriamente la objeción de Newman, su padre, el RC tradicional, no ha logrado dar con una salida elegante al problema del cambio teórico. Pero, desde un frente muy diferente, el de la ciencia moderna, surgen nuevos argumentos a favor del REO: los resultados alcanzados en algunos campos de la física no pueden ser adecuadamente recogidos desde la metafísica tradicional a la que están indisolublemente ligadas sus posiciones antecesoras. La nueva propuesta soluciona nuevos y viejos problemas.

Comencemos por la filosofía. Los defensores del REO (aunque no solamente ellos) sostienen que el REE no es capaz de brindar una solución satisfactoria a la objeción de Newman de modo tal que le permita salvar sus tesis principales. Pero en razón de su abandono de la concepción sintáctica de las teorías, presupuesto en la argumentación de Newman, el REO es ya inmune a la objeción de Newman. Esa aseveración está expresada sin más en Ladyman y Ross (2007:128). Melia y Saatsi (2006) brindan un panorama más amplio de cómo el abandono de la concepción extensional de las relaciones implica la imposibilidad la objeción de Newman en el marco de la concepción semántica, y por tanto del REO. Votsis (2004) plantea ciertas reservas respecto de que la concepción semántica pueda desembarazarse tan fácilmente del problema, aunque en cualquier caso nos debe un relato aunque sea aproximado acerca de cómo la objeción podría plantearse en ese marco. Más aun: haciendo a un lado toda consideración acerca de las herramientas semánticas y formales de las que nos valgamos para representar las teorías, la objeción de Newman no resulta conceptualmente aplicable a los presupuestos metafísicos del REO. Su fuerza, recordemos, reside en que dado cualquier conjunto de objetos puede trazarse arbitrariamente el sistema de relaciones que se prefiera, siempre que resulte consistente con la cardinalidad de dicho conjunto; es por ello que la máxima del REE respecto de que conocemos *sólo la estructura del mundo inobservable* —i.e. sólo el sistema de relaciones que instancia— es absolutamente trivial a menos que se especifique la naturaleza de las relaciones que lo constituyen. Pero el conocimiento de esa naturaleza es justamente al que el REE describe como imposible de alcanzar. Sin embargo, nada de todo lo anterior puede ser afirmado del REO. Fundamentalmente porque su concepción de las relaciones no es meramente extensional, sino sustantivo: es

precisamente la naturaleza de esas relaciones lo que las teorías capturan. Ese rasgo epistémico es consecuencia de su apuesta metafísica, dado que el hecho de sostener la prioridad ontológica de las relaciones sobre los relata (más allá del estatus que ulteriormente se le asigne²³) implica que un conocimiento de las primeras no puede reducirse a consideraciones *a priori* sobre la cardinalidad de un conjunto. Tanto consideraciones semántico-formales como conceptuales muestran que la objeción de Newman es inaplicable al REO.

Pero la objeción de Newman tiene además otras implicaciones fatales para el REE. El flanco débil del RC tradicional ha sido la discontinuidad ontológica en el reino de lo inobservable. Ha sido ello lo que muchas veces le ha quitado fuerza intuitiva a la idea de que el éxito predictivo de las teorías no podría ser simplemente un milagro. El REE pretendió reducir el impacto del problema del cambio teórico imponiendo una restricción epistémica: la continuidad estructural sería entonces la garantía del éxito predictivo, mientras que la discontinuidad ontológica un síntoma de nuestro desconocimiento de la naturaleza metafísica del mundo inobservable. Pero lo que el problema de Newman muestra es que estableciendo una caracterización precisa respecto de lo que cabe llamarse conocimiento estructural, este constituye, si nos mantenemos fieles a la restricción epistémica, sólo afirmaciones sobre propiedades lógico matemáticas determinables *a priori*, y si en eso consiste nuestro conocimiento del mundo inobservable, entonces el éxito predictivo de la ciencia bien podría tratarse de un milagro después de todo. El REO en cambio, restituye el componente ontológico y se convierte en una posición que evita los problemas del RC tradicional sin colapsar en el empirismo constructivo, es decir, una posición estructuralista que merece el calificativo de realismo. El compromiso básico que el RE debe sostener es que

existen relaciones modales entre los fenómenos (tanto posibles como actuales) pero esas relaciones no son supervenientes a propiedades de objetos inobservables, y de relaciones entre ellas. En cambio, esta estructura es ontológicamente básica. Esto es suficiente para hacer el realismo estructural diferente del realismo estándar, pero también del empirismo constructivo (Ladyman y Ross, 2007:128)

²³ La afirmación de dicha prioridad ontológica es coherente con más de una postura acerca de cómo considerar a los objetos/individuos, y por ende, con diversas formulaciones del REO. Estos puntos serán considerados en detalle en la sección 3.

El REO está soportado además por otra rama de argumentos que provienen de la física moderna. El más conocido de ellos (también el primero en ser discutido en el marco del REO) es oriundo de la mecánica cuántica, más precisamente de una subdeterminación metafísica a nivel de las partículas elementales. Pero demos unos pasos atrás para comprender más claramente ese punto. De acuerdo con la metafísica clásica (entre la que podríamos encontrar lo que tal vez venga bien llamar metafísica folk, o del sentido común) objetos como sillas, gatos, piedras o células son tratados como individuos. Lo que esto significa, según la concepción tradicional, es que ellos pueden ser identificados por medio de sus propiedades. Esta idea queda expresada en el Principio de Identidad de los Indiscernibles (PII), que afirma que si dos individuos comparten todas y cada una de sus propiedades, son en realidad el mismo individuo. El candidato por antonomasia para estas propiedades a las que el Principio refiere es el conjunto de las propiedades monádicas, relacionales y las propiedades espaciotemporales; ello es lo que permite decir, aun en mecánica clásica, que cada partícula es un individuo diferente. Pero en Mecánica Cuántica (MC) la cuestión se complejiza de modo tal que muchos han sostenido que las partículas cuánticas no deberían ser tratadas como individuos. Entremos en las razones que han fundamentado tal asunción. Supónganse dos partículas cuánticas, llamémoslas 1 y 2, que deben ser distribuidas en dos cajas, A y B, que representan posibles estados cuánticos. Clásicamente hay cuatro distribuciones posibles para el sistema:

1º Distribución: 1 y 2 en A

2º Distribución: 1 y 2 en B

3º Distribución: 1 en A y 2 en B

4º Distribución: 2 en A y 1 en B

Si no se prioriza la posibilidad de uno por sobre los otros, la probabilidad de la ocurrencia de una de estas distribuciones sería de $1/4$. En mecánica cuántica, en cambio, la situación es bastante diferente, ya que ésta reconoce tres distribuciones posibles para el sistema:

1º Distribución: 1 y 2 en A

2º Distribución: 1 y 2 en B

3º Distribución: 1 o 2 en A y la restante en B

Para la Estadística Cuántica las distribuciones 3º y 4º del caso clásico son en realidad

una sola distribución posible, puesto que la permutación de las partículas no da lugar a una nueva distribución. Este resultado yace en lo más profundo de la mecánica cuántica. Expresado de modo más formal constituye el postulado de indistinguibilidad:

Si una permutación de partículas es aplicada a cualquier función de estado en un sistema de partículas, no existe entonces manera de distinguir la función de estado permutada resultante de la original no permutada por medio de ninguna observación en ningún momento.

Es así entonces que en la estadística cuántica la permutación de partículas indistinguibles en algún estado es tratada como un único estado. Las partículas clásicas, en cambio, aun cuando resultaban indistinguibles por apelación a sus propiedades monádicas, respetaban lo que se conoce como el principio de impenetrabilidad: dos partículas no podían ocupar el mismo espacio-tiempo. Así que aun siendo indistinguibles en cuanto a sus propiedades monádicas, la individualidad era salvada por apelación a sus propiedades espaciotemporales, es decir, cada partícula tenía una trayectoria espacio temporal diferente a la de todas las demás. Pero esto último ya no ocurre en mecánica cuántica, por lo que la apelación a propiedades monádicas, relacionales e incluso espaciotemporales no resulta suficiente para garantizar la individualidad. En palabras de Weyl:

[L]a posibilidad de que uno de los gemelos idénticos Mike e Ike esté en el estado cuántico E1, y el otro en el estado cuántico E2 no incluye dos casos diferenciables en el los que pueda realizarse una permutación mediante el intercambio de Mike por Ike; es imposible para ambos individuos retener su identidad de modo tal que uno de ellos sea capaz de decir "Yo soy Mike" y el otro "Yo soy Ike". (Weyl 1931: 241)

Este resultado nos pone de cara al siguiente dilema: o bien asumimos que estas partículas son no-individuos en el sentido de PII, o bien salvamos su individualidad recurriendo a algo diferente de sus propiedades, una suerte de exceididad o individualidad trascendental. En esta situación French (1989; 1998) sostiene que la mecánica cuántica da lugar a una subdeterminación metafísica que permite considerar las partículas como individuos o como no-individuos. Ladyman (1998) sugiere que la raíz de esta subdeterminación metafísica se encuentra en la metafísica tradicional que tiene como ontológicamente prioritarios los relata respecto de las relaciones. Reemplazada ésta por

una ontología de estructuras la mencionada subdeterminación metafísica simplemente no tiene lugar.

3. Versiones del REO

3.1. Realismo Estructural Óptico Pitagórico

La primera variante del REO que merece ser considerada es en realidad altamente infrecuente en la literatura especializada, de hecho salvo por notables excepciones resulta una tarea difícil rastrear defensores explícitos de esta posición. Si bien en líneas generales puede tomarse como una versión radical del REO eliminativista (que será presentado a continuación) en virtud de sus particulares compromisos ontológicos lo llamaré REO Pitagórico. Su interés no reside por tanto en su grado de aceptabilidad, sino más bien en el hecho de que sus tesis fundamentales se confunden usualmente con las de otras variantes del REO que sí son más habituales. La tesis central del REO Pitagórico es que lo único que existe o subsiste, sea de un modo absoluto o derivado son estructuras matemáticas, el mundo es de hecho, para esta perspectiva, una gran estructura matemática, que no es especificada bajo ningún aspecto intensional y que se limita a relaciones puramente formales. Es decir, el mundo es una mera estructura abstracta en la cual sus elementos no son más que unidades distinguibles.

Para Tegmark (2008) nuestro mundo es una estructura matemática en el multiuniverso de todas las estructuras posibles, esto (entre otras pretendidas ventajas) hecha por tierra la posibilidad de una *creatio ex nihilo*, puesto que las estructuras matemáticas son eternas e indestructibles. Las propuestas concretas en esta línea, como creo resulta evidente, no son sólo difíciles de encontrar sino también de digerir. En principio, esta posición pareciera eliminar cualquier referencia a elementos físicos, y a cualquier otro que no corresponda a una estructura abstracta, con lo cual un planteo de este orden parece tener poco sentido en el contexto de una disciplina filosófica que se propone, al menos en principio, brindar una comprensión de las ciencias empíricas y no meramente formales. Tal vez una versión más refinada podría aducir que los rasgos físicos del mundo supervienen a la estructura matemática en un sentido semejante al que se invoca cuando se describe los fenómenos mentales como supervenientes a procesos cerebrales. En cualquier caso esta relación debería ser clarificada, y resta además el problema de que un mismo sistema físico puede instanciar trivialmente varias estructuras abstractas.

La dificultad de dar cuenta de la realidad del mundo físico a partir de un compromiso netamente pitagórico hace que el REO Pitagórico tenga especial interés en relación a la

discusión del compromiso general del REO con estructuras físicas. Dicho tópico será discutido en profundidad en el capítulo siguiente, por lo que la presentación y discusión detallada de los argumentos de Tekgmar deberá esperar hasta entonces.

3.2. Realismo Estructural Óptico Eliminativista

El REO Eliminativista (REOE) es la posición presentada y desarrollada por Ladyman y French (Ladyman 1998; Ladyman y French 2003a, 2003b) y debe su nombre a Psillos (2001). Su tesis principal es que las estructuras son ontológicamente más fundamentales que los individuos y por tanto estos últimos pueden ser eliminados de la ontología. Tal vez una analogía pueda resultar iluminadora respecto de este punto, y ésta se vincula con la polémica clásica respecto de los universales y los particulares. Una vez que el peso de la prioridad ontológica cae sobre alguno de los polos hay diversas maneras de dar cuenta de su relación con el otro. Si se aboga por ejemplo por un nominalismo, instaurando a los particulares como el componente ontológicamente básico de la realidad, hay sin embargo todavía más de una forma de caracterizar los universales, sea negándoles cualquier clase de realidad, sea postulándolos como entidades subsistentes pero ontológicamente dependientes de sus instancias, sea como agregados de particulares o como meras expresiones que sirven para referirse abreviadamente a ellos. En el caso del REOE, el compromiso con la primacía de las relaciones implica negar la existencia de los objetos. Los objetos son sólo los puntos de intersección de ciertas relaciones modales objetivas que no están soportadas por relata alguno, simples ficciones para referir a esos nodos estructurales.

La defensa más completa y articulada del REOE fue emprendida por French (2014). Además de discutir múltiples aspectos relativos a la formulación y justificación de los presupuestos metafísicos del REO, French reajusta el rumbo de sus anteriores trabajos en cuanto a la caracterización de las estructuras fundamentales. Considera que una noción adecuada de estructura debe reflejar el hecho de que, contra el modo en que la metafísica tradicional las ha concebido, las leyes y simetrías descritas por la física deben ser ubicadas en el centro del mapa ontológico de la realidad. Las leyes y simetrías no deben ser consideradas meros patrones o “fuerzas” que regulan el comportamiento de las propiedades y objetos del mundo, por el contrario, deben ser concebidas como una categoría ontológica a la que todo lo demás puede ser reducido. De ese modo, las estructuras postuladas por el REOE pasan a asentarse conceptualmente sobre la defensa de un realismo acerca de las leyes naturales. Más sobre este punto será dicho en el capítulo 8.

Es relevante notar que, más allá de las variaciones particulares del REOE, su apuesta central no consiste —como erróneamente se lo presenta en ocasiones— en invertir el orden de prioridad ontológica, colocando las relaciones o estructuras, contra la metafísica tradicional, como las entidades primarias en una relación de dependencia ontológica respecto de los objetos. Por el contrario, el REOE se compromete con la eliminación de los objetos y, por lo tanto, de toda relación de dependencia o prioridad ontológica de las estructuras por sobre ninguna otra cosa. La razón es simple: simplemente *no hay* otras cosas que puedan entrar en tales relaciones con las estructuras.

3.3. Realismo Estructural Óptico Moderado

Otras versiones del REO, formuladas posteriormente, resultan más familiares a los presupuestos metafísicos tradicionales. Esfeld (2004; 2009) ha defendido dos variaciones de una posición que, a lo largo de este trabajo, denominaré alternativamente como REO moderado (REOM) o REO no-eliminativista. Según Esfeld (2004) y Esfeld & Lam (2008) los objetos son algo así como sustancias lockeanas: una suerte de sustrato no cualificado de ningún modo, en el cual las estructuras, en tanto relaciones entre objetos se instancian.

Dicho de otro modo, los objetos son individuos pero no tienen ninguna propiedad intrínseca, sino sólo las que surgen a partir de sus relaciones. El resultado es un realismo respecto de los objetos y las relaciones, que niega la existencia de propiedades categóricas. Más allá de los argumentos típicos oriundos de la física moderna, Esfeld & Lam se sirven de un argumento formulado por Jackson para la defensa de su REOM.

Quando los físicos nos hablan de las propiedades que consideran fundamentales, nos hablan acerca de lo que estas propiedades *hacen*. No es casualidad. Sabemos lo que las cosas son esencialmente a través de la forma en la que inciden sobre nosotros y nuestros instrumentos de medición. No se sigue de esto que las propiedades fundamentales de la física actual, o de la física "final", sean relacionales. Puede ser que nuestros términos para las propiedades fundamentales seleccionen las propiedades que seleccionan a través de las relaciones en las que las propiedades entran, pero que al menos algunas de las propiedades así seleccionadas sean intrínsecas. En ese caso tendrían, por así decirlo, nombres relacionales pero esencias intrínsecas. Sin embargo, esto sugiere la posibilidad de que (i) haya dos propiedades intrínsecas muy diferentes, P y P*; que son exactamente

iguales en las relaciones causales en las que entran, (ii) a veces una es instanciada y a veces la otra, y (iii) creemos erróneamente que hay una sola propiedad porque la diferencia no hace ninguna diferencia (...). Una extensión obvia de esta posibilidad conduce a la incómoda idea de que podemos no saber casi nada sobre la naturaleza intrínseca del mundo. Sólo conocemos su naturaleza relacional. (Jackson 1998a: 23-24)

Este argumento es una variante de una de las razones epistémicas que suelen invocarse contra la metafísica de propiedades categóricas y a favor del disposicionalismo. Esto es interesante si se tiene en cuenta que esta posición presenta un arduo desafío en lo concerniente a la caracterización de aquello que constituya la identidad e individualidad de los objetos, ya que ninguna propiedad intrínseca puede ser invocada (ni siquiera las espaciotemporales). Parece que la única salida para dar entidad e identidad a este sustrato “neutro” que constituye los objetos es postular *ecceidades* o “estidades” primitivas. Pero si ese es el caso, dista mucho de ser claro en qué sentido esta posición merece todavía el nombre de REO. Con todo, Esfeld niega los cargos:

[El REOM] no tiene que admitir una estidad primitiva. Aceptar que las relaciones requieren objetos que se encuentren en dichas relaciones no implica comprometerse con la opinión de que estas cosas tienen una estidad primitiva. Simplemente significa tener en cuenta que las propiedades, incluidas las relaciones, se predicán de algo; esto no implica que las cosas relacionadas sean algo más que el que estar en esas relaciones. (2004: 603)

Esfeld no brinda ninguna razón para ilustrar por qué el resultado de tener que admitir entidades primitivas para los objetos efectivamente puede evitarse. Pero así y todo ese no es el único problema. El antirrealismo acerca de propiedades en conjunción con un realismo acerca de relaciones conduce a ciertas perplejidades. Como el mismo Esfeld reconoce, las relaciones, después de todo, pueden ser pensadas también como propiedades no-intrínsecas. Ahora bien, en tanto propiedades, algo debe darles identidad (asumamos que, por ser fundamentales, su existencia no es aquí un problema). En otras palabras, ¿qué hace que dos relaciones puedan ser cualitativamente diferentes? Los objetos no resultan buenos candidatos para conferir tal identidad puesto que, por hipótesis, constituyen un sustrato neutro no cualificado. Parece que el único camino posible es postular esencias individuales para propiedades, es decir, quidditas.

Aunque no lo reconoce explícitamente, la amenaza del quidditismo parece ser la principal razón para que, en un trabajo posterior, Esfeld (2009) incorporase algunos ajustes a su posición. El principal consiste en subvertir el orden de prioridad ontológica. Los objetos son ahora ontológicamente dependientes de las relaciones. Es relevante para algunas tesis que presentaré más adelante, que esta dependencia ontológica involucra tanto la existencia como la identidad de los objetos. Un segundo aspecto novedoso es la caracterización de la estructura relacional como una estructura causal, entendida a partir de nociones disposicionales.

En su versión final, el REOM se funda sobre la idea de que la estructura del mundo es causal: “sostengo que el realismo estructural óptico, como posición metafísica acerca de la ciencia que articula una forma de realismo científico, está comprometido con estructuras causales” (Esfeld 2009: 180). Esfeld se compromete así con el *estructuralismo casual*, una de las formas más frecuentes del disposicionalismo contemporáneo. Esas estructuras causales no son más que propiedades relacionales, es decir, propiedades que deben ser entendidas de modo exclusivamente causal.

Si lo que las propiedades son está ligado a ciertas relaciones causales, las propiedades son disposiciones en el sentido de poderes: son la disposición (poder) para producir ciertos efectos. Si este punto de vista se aplica también a las propiedades físicas fundamentales, se compromete además con disposiciones no fundadas: las propiedades físicas fundamentales son disposiciones sin una base categórica. (Esfeld 2009: 182)

El disposicionalismo está libre de la postulación tanto de entidades primitivas como de quidditas. De hecho, como veremos más adelante, los principales argumentos a favor del disposicionalismo son en realidad razones en contra de quidditismo. Sin embargo, los problemas para esta forma de estructuralismo no terminan cuando las esencias individuales son eludidas.

Una primera dificultad vuelve a poner sobre la mesa la cuestión de la individuación. Dando por sentado que es posible que los objetos adquieran su identidad y su existencia a partir de las disposiciones, queda todavía en pie la pregunta de cómo justificar las diferencias cualitativas entre las disposiciones mismas. Este complejo problema ha sido afrontado desde dos estrategias básicas, una *monista* y otra *mixta*. Desde un enfoque mixto (e.g. Molnar 2003) se afirma que al menos algunas propiedades fundamentales son no-disposicionales, categóricas, y por lo tanto auto-identificantes. El monismo (e.g. Bird 2007), en cambio, afirma que todas las propiedades fundamentales son

disposicionales, pero que eso no resulta un escollo para que las disposiciones que las constituyen tengan identidades que las diferencien, puesto que estas identidades pueden adquirirse de modo puramente relacional.

Una segunda dificultad, que alcanza tanto a la estrategia mixta como a la monista, es el problema que presentan las leyes y simetrías descritas por la física moderna. Según el disposicionalismo, la naturaleza de todas las entidades naturales debe poder ser derivada de la estructura disposicional básica. Como hemos visto, la naturaleza de las disposiciones que la conforman puede determinarse, según la estrategia que se adopte, por medios puramente relacionales o con la intervención de elementos categóricos. Sin embargo, ninguno de los dos resulta suficiente para derivar los principios de simetría y las leyes de conservación asociadas, ni para dar cuenta del rol relevante que la física moderna les atribuye.

Ambos problemas y las soluciones que para ellos se han ensayado serán objeto de un tratamiento cuidadoso en el capítulo 7. Con todo, quisiera adelantar aquí mi convicción de que el disposicionalismo, tal como ha sido formulado hasta ahora, es inadecuado para brindar una caracterización de las estructuras con las que el REOM ha de comprometerse. Los dos problemas que he mencionado y otros que revisaré más adelante resultan, además, irresolubles en función de los presupuestos del estructuralismo causal. Mi diagnóstico es que el estructuralismo causal y el REOM que se define a partir de él carecen de las herramientas conceptuales para brindar una adecuada noción de estructura. Concretamente, sostengo que se afirman sobre una noción insuficiente de *dependencia ontológica*.

Mi propuesta al respecto consiste en la articulación de una nueva versión del REOM que denomino Estructuralismo Disposicional (ED). El ED postula, por medio de algunas distinciones, una dependencia ontológica mutua entre la estructura disposicional y las entidades que se derivan de ella. Con todo, y a pesar de esta mutua dependencia, ello no implica que estructura y objetos estén en una relación *paridad ontológica*. Por el contrario, el ED no claudica en lo que considero debe ser la piedra de toque de toda forma de REOM, a saber, la afirmación de que la estructura es *ontológicamente prioritaria* respecto de los objetos. Sin perjuicio de ello, afirmo que la prioridad ontológica deja lugar para otros mecanismos de dependencia ontológica cuya articulación permite dar solución a los problemas mencionados, y brindar una noción sustantiva de estructura, acorde con las necesidades de una posición que pretende encuadrarse en la tradición del REO. Asimismo, y en estrecha vinculación con el problema de las simetrías, el ED es capaz de conjugar armónicamente los presupuestos del REO con los del Realismo Modal y el Realismo Nomológico. El tratamiento de estas cuestiones

se despliega en los capítulos 8 y 9.

4. Objeciones al REO

4.1. Viabilidad conceptual

Una de las objeciones más frecuentes, simples y al mismo tiempo más fuertes contra el REO (tanto en su variante Platonista como Eliminativista) ha sido que el movimiento que pide subvertir el orden de prioridad ontológica entre los relata y las relaciones tal como es postulado por la metafísica tradicional es conceptualmente inapropiado. Esta objeción ha sido sostenida por Psillos (2001), Morganti (2004) y Chakravartty (1998), quien resume la cuestión del siguiente modo: "No es posible suscribir de manera inteligible la realidad de las relaciones si no se está comprometido también con el hecho de que algunas cosas están relacionadas" (Chakravartty 1998: 399). La objeción afirma que la propuesta conceptual del REO es inapropiada, si no llanamente ininteligible en tanto los relata gozarían de una suerte de prioridad conceptual respecto de las relaciones. El motivo más natural para sostener esta impugnación radica en que el enroque de la prioridad ontológica por el que el REO aboga se opone a intuiciones sumamente arraigadas de la metafísica folk, donde las relaciones, si no se agotan en un conjunto de objetos (consideradas desde un enfoque extensional), son en el mejor de los casos dependientes de los particulares que las instancian.

No podría insistir lo suficiente en cuán ardua (a pesar de su simpleza) resulta esta objeción para la posición filosófica que aquí se expone. Con todo, creo que hay un importante número de consideraciones que muestran holgadamente que no se trata de un obstáculo infranqueable. En primer lugar, el cuestionamiento de los principios metafísicos del REO se sustenta en los supuestos de cierta concepción tradicional de las relaciones, pero, ¿en cuál? Precisamente en aquella que la nueva posición pretende reformar. El mismo Chakravartty reconoce que argumentar de ese modo contra el REO resulta una petición de principio (2003:871). Es por ello que, señala, es preciso concentrarse en los argumentos 'positivos' para el REO a fin de determinar si la reforma ontológica que propone amerita o no ser realizada²⁴.

En segundo lugar, aun cuando no se tratase de una petición de principio la conveniencia con la intuición ordinaria o el sentido común no debería ser una restricción filosófica

²⁴ De hecho, su interés primordial se centra en las consideraciones *metodológicas* que motivan el cambio de ontología, para concluir luego que dicho cambio es injustificado. Empezaré el tratamiento de esta objeción en la subsección siguiente.

como no es una restricción científica: baste como ejemplo de esto último el caso de la permutación de partículas en mecánica cuántica. Mucho menos, de hecho, debería ser una restricción para una disciplina filosófica que pretende dar cuenta de los resultados de la ciencia, una rama del conocimiento humano cuya constante histórica ha sido poner en jaque al sentido común y sacudir muchas de las intuiciones más básicas y arraigadas en nuestras imágenes del universo.

En tercer lugar, la propuesta del REO, al menos en sus versiones moderadas, no implica que debemos negarle toda realidad a los objetos, mucho menos abandonar nuestro lenguaje ordinario, sino simplemente que hemos de desplazarlos de su rol central en nuestra ontología básica. Incluso los defensores de las versiones eliminativistas subrayan que la concepción estructuralista ha desarrollado herramientas semánticas y formales para dar cuenta de la prioridad de las relaciones, pero que toda defensa de estas ideas sigue sin lugar a duda en gran medida atada al vocabulario tradicional de objetos. El desarrollo de nuevas herramientas semánticas, conceptuales y formales, afirman, constituye un desafío vigente, aunque abordable para el REO.

En cuarto y último lugar, acotándonos nuevamente a las versiones moderadas del REO, se encuentra la que considero es la razón de más peso contra la objeción de inviabilidad conceptual. El lema insignia del REOM acerca de subvertir la jerarquía ontológica entre las relaciones y los relata puede, después de todo, representar un cambio mucho menos dramático de lo que aparenta, así como su mentada ruptura con la metafísica tradicional no ser más que la reformulación de posiciones ya conocidas. Todo depende, en buena medida, de lo que con 'metafísica tradicional' se quiera significar. Sin dudas una metafísica estándar o tradicional será una de objetos con propiedades, porque esa es nuestra manera más corriente de conceptualizar el mundo exterior. Pero fuera de consideraciones *folk* o de sentido común, todavía podemos indagar acerca de cómo han de ser concebidos estos objetos.

Los candidatos por antonomasia para responder esta cuestión son dos relatos metafísicos rivales: objetos como sustancias (o 'meros particulares') y propiedades que inhiere en ellos vs. objetos como cúmulos de propiedades. Con todo, y aun bajo la segunda de estas posibilidades, la noción de objeto y/o individuo resulta primordial. Una manera de asegurar esto implica la aceptación de que algunas de esas propiedades son categóricas o intrínsecas, otros pretenden hacerlo incluso adscribiendo a muchas o todas las propiedades un carácter relacional, recurriendo a clasificaciones alternativas. Pero todavía dentro de los límites de este relato se abre la pregunta acerca de cómo concebir esas propiedades. Una respuesta de creciente popularidad señala que debemos entenderlas ontológicamente como cúmulos de poderes o disposiciones. Así,

lo que una propiedad es, se agota en lo que esa propiedad *hace* o *puede hacer*, es decir, en su perfil causal. El lector adivinará fácilmente la pregunta que esta posibilidad abre: ¿cómo debemos concebir metafísicamente esos poderes o disposiciones? Una distinción que los disposicionalistas acuerdan casi unánimemente diferencia de modo taxativo una disposición de su manifestación efectiva: un cristal es frágil aun cuando permanezca eternamente intacto, hacerse añicos manifestaría esa disposición, pero ésta era real antes de su efectivización en el mundo. El modo más frecuente de dar cuenta de cómo la posibilidad de una manifestación (i.e. un poder o disposición) puede ser ontológicamente real aun antes e independientemente de que dicha manifestación tenga lugar, recurre a la teoría de los universales²⁵. La manifestación de una disposición o poder no es otra cosa que la instanciación efectiva de un universal. Pero, ¿qué es entonces la disposición, considerada en sí misma e independientemente de su (eventual) manifestación? Tan sólo el “lugar” en que esa instanciación puede ocurrir, una suerte de casillero vacío pero metafísicamente real que la manifestación puede llenar. Si las propiedades son cúmulos de disposiciones, son entonces tan sólo los patrones de sus manifestaciones, tanto actuales como posibles, una mera estructura metafísicamente anterior a (i.e. que tiene prioridad ontológica sobre) las manifestaciones que posibilita, y por lo tanto, a las propiedades y objetos que se constituyen a partir de ellas.

Este relato ha omitido muchas de las dificultades propias de la articulación de una metafísica disposicionalista (algunas de las cuales han sido presentadas en la sección precedente), como así también y varios de sus pormenores conceptuales. También ha ignorado el hecho de que en la arena del disposicionalismo hay varios contendientes en pugna. Con todo, considero que este relato es suficiente para mostrar que ciertas líneas de profundización de supuestos de lo que sin dudas constituye una rama de la ‘metafísica tradicional’ —la teoría del cúmulo de propiedades—, conducen a la pintura del REOM. Es por ello que la ruptura radical entre las concepciones clásicas y la metafísica del REO pueda después de todo no ser más que aparente.

4.2. El problema del colapso

Para muchos, el verdadero problema del REO no consiste en proponer una ruptura demasiado radical con la metafísica tradicional, puesto que aun si ese fuera el caso, el defensor de esa posición se encuentra todavía armado con argumentos para afirmar

²⁵ Véase por ejemplo Mumford (2004:194)

que tal ruptura es necesaria. La mayor dificultad reside, en cambio, en que el REO implica una tesis increíble: si lo único que hay es pura estructura, y la pura estructura es abstracta y descriptible en el lenguaje de la matemática, lo que en esencia el REO afirma es que la única realidad es matemática. El REO hace entonces colapsar el mundo físico en el matemático. Según van Fraassen, el mayor problema del REO es que

[d]ebe implicar: lo que pudo semejar ser la estructura de algo con características cualitativas desconocidas es en realidad todo lo que existe en la naturaleza. Pero con esto, el contraste entre estructura y lo que no es estructura ha desaparecido. Así, desde el punto de vista de quien adopta esta posición, también desaparece cualquier diferencia entre ella y el realismo científico "ordinario". Parece entonces que, una vez adoptado, ¡no debería ser llamado estructuralismo en absoluto! Porque si no hay ninguna cosa que no sea estructura, tampoco hay estructura. Pero para quienes no adoptan este punto de vista, sigue siendo sorprendente: desde un punto de vista externo o previo, parece decirnos que la naturaleza necesita ser totalmente re-concebida. (2006: 292-293)

El problema aquí no es tanto la perplejidad que el REO produce, ni la necesidad de repensar la totalidad de la naturaleza, sino más el hecho de que la pura estructura, para ser tomada en serio, debe poder lidiar con los aspectos cualitativos del mundo. Cao (2003) llama la atención sobre ese punto.

Las estructuras matemáticas, así como las estructuras lógicas y modeloteóricas, en tanto estructuras formales, no pueden ocuparse de aspectos cualitativos del mundo sin *inputs* adicionales, y por lo tanto, como tales, son causalmente inertes. Por el contrario, las estructuras físicas, como los superconductores, los átomos o los nucleones, siempre implican atributos cualitativos que son causalmente eficaces (Cao 2003: 89)

El problema con estos aspectos cualitativos, sin embargo, es que no parecen poder ser recogidos mediante una pura descripción estructural. El REO entonces, parece disolver lo físico en lo matemático. Como hemos visto, Tegmark acepta de buen grado ese resultado. Pero esa actitud constituye una excepción. Todos los defensores del REO han procurado dar cuenta del hecho de que esta posición no se compromete con estructuras abstractas sino con *estructuras físicas*. Este problema es uno de orden más bien general, pero por obvias razones afecta de modo más apremiante a los defensores

del eliminativismo. En el marco del REOM, en tanto éste retiene la existencia de los objetos físicos, parece ser más amigable a la idea de que la estructura fundamental, como fuere que se caracterice, es una estructura física. El REOE carece de ese recurso. La estrategia más común para eludir el problema del colapso ha sido sugerir que las estructuras que postula, a diferencia de las puras estructuras abstractas de la matemática, son estructuras *modales*. Así, un relato acerca del carácter modal de las estructuras se vuelve necesario para dar cuenta de su naturaleza física. Antes de pasar a revisar con más detalle ese punto, no quisiera dejar de destacar que considero que una solución satisfactoria al problema de la modalidad en el contexto del REOE no es condición suficiente para una caracterización de la noción de estructura física. Todo el capítulo siguiente será dedicado a un abordaje integral de esta cuestión.

4.3. Modalidad

El carácter modal de las estructuras postuladas por el REO ha sido puesto en cuestión, incluso de modo independiente de la discusión acerca de la noción de estructura física. Según muchos, el REO es incapaz de dar cuenta de relaciones causales o más en general del cambio en el mundo. Esto se debe a que eliminando los objetos y su correspondiente perfil causal no es posible explicar cómo las estructuras motorizan el mundo físico. La misma objeción fue sostenida por Busch (2003) y Psillos (2006). French (2006) responde a esta cuestión invocando la idea desarrollada previamente por French & Ladyman (2003a) respecto de que las estructuras invocadas por el REO tienen una esencia modal, es decir, constituyen relaciones entre los fenómenos que pertenecen a la necesidad, probabilidad, potencialidad, posibilidad. En un sentido análogo, Ladyman & Ross (2007) defienden la idea de que la ciencia identifica patrones reales que puedan corresponderse con una estructura modal (nómica) del mundo, esa defensa es, según ellos, lo que diferencia al realista estructural óntico del empirista constructivo. En esta línea, la apuesta por un Realismo Modal se combina con una concepción deflacionaria de la causalidad. Para ellos (en una jugada inspirada en la afirmación de Russell (1913 [1917]) que caracterizó la 'ley de causalidad' como una dañina 'reliquia de una era pasada', pidiendo su 'completa exclusión' del vocabulario filosófico) si bien la causación, al igual que la cohesión, es un patrón representacional útil para la comprensión de la ciencia, podría eliminarse sin pérdidas sustantivas.

Pese a ello, podría pensarse que aun en los límites de un Realismo Modal (con o sin una noción de 'causalidad' de por medio) el problema persiste, en tanto las estructuras *qua* entidades abstractas no parecen poder gozar de efectividad, puesto en otros

términos, hace falta esclarecer en qué sentido las estructuras invocadas por el REO son modales, y cómo ello da cuenta de la dinámica del mundo físico. Como hemos visto, para clarificar ese punto (aunque desde una perspectiva favorable a la inclusión de la causalidad como una categoría fundamental de análisis), Esfeld afirma que las estructuras del mundo tienen una esencia causal, ya que son reductibles a poderes o disposiciones. Esta idea va de la mano con su rechazo a toda propiedad categórica: afirmar propiedades intrínsecas conduce al *quiditismo* (en tanto las propiedades poseen un carácter cualitativamente primitivo) y a la *humildad epistémica* (en tanto son imaginables dos propiedades esencialmente diferentes, pero idénticas en sus manifestaciones y, por lo tanto, imposibles de discernir). Sin embargo Psillos (2012) desestima esta postura ya que este entramado de propiedades puramente relacionales no permite dar cuenta de cómo cada una de ellas adquiere su identidad o naturaleza más que en un sentido holista, y eso, sostiene, es tan insatisfactorio como el *quiditismo*. En este marco, dos consideraciones deben ser realizadas respecto de la objeción que aquí se trata. En primer lugar, la idea de que las estructuras abstractas son causalmente inertes es completamente acertada. El problema, entiendo, consiste en que la noción de estructura abstracta está ligada justamente a la metafísica tradicional de la que el REO pretende escapar. Una estructura abstracta es, precisamente, una abstracción a partir de objetos metafísicamente primordiales; pero lo que esta posición defiende es exactamente lo opuesto. Existen regularidades observables que son la expresión de relaciones modales objetivas; es decir, bajo esas apariencias regulares se postula una estructura modal responsable de ellas. La apuesta del REO es considerar que esas relaciones no resultan ontológicamente dependientes de unas entidades inobservables, sino que se trata de patrones reales metafísicamente primarios, redes de relaciones cuyos nodos son los objetos inobservables que la ciencia postula, con sus poderes y disposiciones. Pero todo ello está sustentado sobre la base más primaria de la estructura real sobre la que aparecen.

En segundo lugar, y precisamente en virtud de lo anterior, el REO debe esclarecer en qué consisten exactamente esas estructuras. Respecto de este punto, la apelación a poderes/disposiciones o a universales estructurales aparecen como opciones para enfrentar este desafío metafísico. Ambas posiciones enfrentan dificultades cuyo tratamiento es objeto de varias polémicas en la literatura contemporánea. Quisiera simplemente mencionar algunas cuestiones que creo deben ser tenidas en cuenta para evaluar el peso de la alternativa disposicionalista en el contexto de una defensa global del REO. Primero, una metafísica disposicionalista no sólo permite elucidar en qué consisten las estructuras sobre las que el REO pretende ser realista, sino —como se ha

ilustrado en 4.1— acortar la brecha entre esta posición y los supuestos metafísicos tradicionales. La objeción principal contra esta propuesta señala que en su afán de caracterizar las propiedades de modo totalmente relacional, i.e., sin recurrir a *quidditas* u otra forma de individualidad trascendental, incurre en un *holismo* que es al menos tan indeseable como el *quidditismo*. En segundo término, más allá de que esta aseveración resultaría concluyente sólo en la medida de que mostrase que el *quidditismo* asociado a las propiedades categóricas es *preferible* a las implicaciones ontológicas del disposicionalismo, hay razones extra para desestimarla, ya que (a) hay maneras de restringir el holismo asociado a la caracterización de las propiedades de modo tal que la identidad de cada una de ellas no dependa de la totalidad de las propiedades del universo, lo que evitaría lo que Psillos (2012) considera sería su peor rasgo, y (b) las indagaciones empíricas han tendido a mostrar que buena parte de las propiedades que clásicamente eran consideradas intrínsecas —como por ejemplo el color— son en realidad el resultado de la interacción de otras propiedades, incluso se ha mostrado que la locación espaciotemporal admite una caracterización relacional (Mumford, 2004:188) por lo que puede pensarse que los mismos resultados de la ciencia empírica brindan sustento al disposicionalismo.

5. Conclusión

El REO constituye una superación del RC tradicional y el REE. No obstante ello, presenta varias dificultades señaladas por los críticos. Las versiones eliminativistas sucumben ante algunas de ellas. Las versiones no-eliminativistas presentan menos obstáculos respecto de las objeciones clásicas al REO, pero adolecen de algunos problemas propios de la metafísica que asumen. Puede elaborarse una posición no-eliminativista que eluda esos problemas y las objeciones clásicas al REO.

Capítulo 5. La naturaleza física de las estructuras

1. Introducción

Algunas objeciones previamente abordadas ponen en duda el carácter físico de las estructuras postuladas por el REO. Solamente Tegmark (2008) acepta que el REO colapsa en el puro platonismo matemático. El resto de las posiciones vinculadas al REO pretende reivindicar el carácter *físico* de las estructuras que postula. En el presente capítulo, luego de criticar la posición de Tegmark, muestro que los argumentos de French para afirmar el carácter físico de las estructuras postuladas por el REOE son insatisfactorios. Por último, rastreo los orígenes de la tesis fisicalista fuera de los debates sobre el RC. Sostengo que ninguna de las posiciones en juego es adecuada a los fines del realista. Propongo una solución que mixtura aportes de las dos propuestas dominantes en la disputa, que puede resumirse en el lema *metafísica naturalizada y ciencia metafísicamente informada*. Sostengo que la variante disposicionalista no-eliminativista del REO que defiende, el ED, es la más coherente con los fundamentos del fisicalismo.

2. La Hipótesis del Universo Matemático

Como hemos visto, la postulación de estructuras relacionales como el componente básico de la realidad ha levantado sospechas respecto de que el REO pueda afirmarse como una posición acerca del mundo físico. Especialmente cuando se trata de versiones eliminativistas del REO se ha objetado (e.g. Psillos 2006) que, una ontología de puras relaciones desemboca en el platonismo. Hay varios argumentos que, de manera

explícita o implícita, han operado en favor de esta conclusión en la crítica reciente. Una primera preocupación concierne a la naturaleza de las relaciones. Si las relaciones son abstracciones respecto de las entidades o propiedades físicas que las instancian, al eliminar estas últimas se eliminan también las primeras. La obvia solución es considerar que dichas relaciones, *qua* universales, no dependen de los *relata* para existir. El REO conduce así a una ontología de puros universales platónicos.

Una segunda línea de argumentación (en la que podría ubicarse a Cao 2003) apunta al tipo de consecuencias ontológicas que los defensores del REO sacan de su propuesta epistémica. Concretamente, el REO hereda del REE la doctrina de que *sólo conocemos la estructura*. Esa estructura es caracterizada a partir del conocimiento de la física moderna que, como los defensores del REO gustan admitir, está altamente matematizada. Así la “estructura del mundo” puede ser descrita en términos puramente matemáticos. Pero dado que el REO va más lejos al afirmar que nuestro conocimiento se limita a la estructura porque ella es *lo único que hay*, el REO pasa a comprometerse con el correlato físico del formalismo matemático que resulta relevante para fijar la ontología de la ciencia. Ese correlato no pueden ser propiedades u objetos, y dado que lo único relevante aquí para comprender los compromisos ontológicos de la física o la matemática es la estructura, parece entonces no haber diferencia entre las nociones de *estructura física* y *estructura matemática*. De ese modo, el REO colapsaría en el platonismo matemático.

Tegmark (2008) muerde la bala y acepta que el REO debe asumir una ontología de puras entidades abstractas que identifique la realidad con una estructura matemática. Es decir, debe convertirse en lo que he denominado REO pitagórico. Su argumento parte de considerar la doctrina básica del realismo, que denomina Hipótesis de la Realidad Externa (HRE): existe una realidad física externa e independiente de los humanos y sus prácticas. De acuerdo con el rumbo que la empresa científica ha tomado, nuestro modo de dar cuenta de forma completa de esa realidad implicaría la formulación de una Teoría del Todo (TdT). Habría más de un modo de enunciar esa teoría, como hay más de un modo de expresar cualquier teoría. Lo que interesa a Tegmark es la posibilidad de escribir una TdT de modo que quede libre de todo “bagaje” interpretativo humano, es decir, que resultase comprensible, por ejemplo, para una civilización alienígena:

Nuestra descripción de las entidades que existen en la realidad externa y las relaciones entre ellas tendrían que ser completamente abstractas, cualquier

palabra u otro símbolo utilizado para denotar estaría forzado a ser una mera etiqueta que no tenga significado preconcebido (Tegmark 2008:104).

La respuesta a la pregunta acerca de cuál es el lenguaje privilegiado en el que expresar una TdT resulta entonces obvia: “una *estructura matemática* es precisamente eso: *entidades abstractas con relaciones entre ellas*” (2008:104). Considero que algunas reservas al curso de su argumento podrían aparecer ya desde este punto. En primer lugar, la posibilidad de aplicar una teoría a un sistema físico (en este caso al sistema físico total que es nuestro universo) parece descansar sobre la consideración de ciertas condiciones iniciales y la posibilidad de registrar de algún modo los resultados observacionales de la experimentación. Es al menos dudoso que ambas cosas puedan ser “absorbidas” en el lenguaje puramente matemático en el que se pretende expresar la teoría. Con respecto al contenido empírico y observacional, Tegmark insiste en que las observaciones particulares involucradas en la formulación y contrastación de una teoría pueden ser tratadas como cualidades meramente intersubjetivas, un aspecto más del mundo físico que puede por tanto ser pasible de una descripción matemática. Su caso respecto de las condiciones iniciales es más débil. Por hipótesis, la TdT es una descripción completa del universo, por lo tanto no deja lugar a condiciones iniciales de ningún tipo, y si así lo hiciere, entonces no es una TdT (Tegmark 2008: 117). Por lo tanto, según Tegmark, una TdT *no debe*, consistentemente con su carácter, contemplar condiciones iniciales. Este escenario presenta múltiples dificultades. La aplicación de cualquier ley, al menos de acuerdo a consideraciones metacientíficas universalmente aceptadas, requiere de la apelación a condiciones iniciales. Del mismo modo, la explicación científica de eventos singulares, sea invocando leyes, mecanismos o causas, parece por principio imposible si no se toman en cuenta las circunstancias particulares que determinan el fenómeno a explicar, es decir, sus condiciones iniciales. Más en general, resulta muy difícil imaginar cómo podrían darse cuenta del contenido empírico de las teorías en ausencia de condiciones iniciales.

Una segunda preocupación se vincula con las capacidades representativas del lenguaje matemático. Como es sabido, una misma descripción matemática puede aplicarse de modo igualmente efectivo a dos sistemas físicamente diferentes (e.g. osciladores armónicos e inarmónicos). Esta es, de hecho, una de las tantas caras que toma el problema de la relatividad ontológica señalado por Quine. La mera posibilidad de establecer una diferencia física entre los dos sistemas da cuenta del hecho de que hay algo que la representación matemática no puede capturar, por lo que ella es, por tanto, incompleta. Si bien Tegmark no brinda una respuesta a este problema, podría pensarse

que un modo posible de eludirlo sería simplemente desconocerlo como tal. Podría argüirse que la posibilidad de describir dos sistemas por con un mismo puñado de ecuaciones se restringe a niveles relativamente simples de complejidad, una vez que uno escarba en niveles más profundos esa posibilidad desaparece y la descripción matemática ve su completitud restaurada.

Volviendo al argumento, la TdT expresada en lenguaje puramente matemático está libre de todo “bagaje” humano. La jugada clave de Tegmark es mostrar que esta idea, en conjunción con la HRE, implica lo que denomina la Hipótesis del Universo Matemático (HUM):

Mientras que la terminología habitual en los libros de texto de física es que la realidad externa es descrita por las matemáticas, la HUM afirma que [la realidad] es matemática (más específicamente, una estructura matemática). Esto corresponde a la versión “óptica” del realismo estructural. (Tegmark 2008: 107)

El modo en que la HRE y una eventual TdT matemáticamente expresada implican la HUM es extremadamente simple: la TdT es una estructura matemática; si constituye una descripción completa de la realidad, ello significa que es isomórfica con la realidad. Ahora bien, dos estructuras isomórficas son idénticas, por lo tanto, la realidad es una estructura matemática (Tegmark 2008: 107).

Nótese que no puede aquí argüirse que podría haber un sentido de *representación* o *descripción* diferente al del mero isomorfismo: todo vínculo de representación entre un modelo matemático y un sistema target que trascienda el isomorfismo estructural requeriría de algún tipo de interpretación de ese modelo, lo que por principio ha sido eliminado con el resto del bagaje humano que representan los significados. Tampoco puede aducirse que ello acaba con una teoría menos completa ya que, por hipótesis, TdT es completa. Sostengo que hay, no obstante, al menos dos maneras de atacar este argumento, la primera tiende a señalar algunos problemas conceptuales en su formulación, la segunda le imputa una petición principio.

Comencemos por los problemas conceptuales. El argumento nos pide que pongamos en juego una serie de distinciones. Una de ellas es, por supuesto, la distinción entre entidades de naturaleza física y matemática. La segunda se desprende de la misma noción de “descripción” o “representación” completa de la realidad. Hay algo (en este caso un lenguaje matemático) que representa otra cosa (la realidad física externa). Por último, aquello que es representado, a saber, la realidad, es calificada como “externa”.

Como hemos visto, no puede tratarse de algo externo a nuestras representaciones o contenidos de observación, ya que estos son parte de la realidad matemáticamente descrita por la TdT. La opción obvia parece ser entonces que esa realidad es externa a la TdT o al dispositivo mediante el que la TdT la describe (que, según Tegmark, resultan ser la misma cosa). Ahora bien, estas tres distinciones necesarias para comenzar el argumento son arrojadas por la borda una vez que éste está en marcha. O peor aun, son negadas a la hora de formular la conclusión. Ello parece poner en jaque la propia posibilidad de formular un argumento como este. La realidad “externa” se confunde ahora con lo que pretende representarla, la mera idea de “descripción” se diluye en el mismo movimiento a menos que se tome como válida la posibilidad de que algo se describa o represente a sí mismo. Aun más preocupante es el caso de la distinción entre realidad física y matemática, ¿cómo es posible mantener de modo significativo una distinción si se postula una identidad entre ambas? Podría pensarse que la pretendida identidad enmascara una suerte de emergencia de la realidad física de una estructura matemática más fundamental. Pero ese no es el caso dados los términos del argumento, y si lo fuera, se nos estaría debiendo un relato acerca de cómo la existencia de entidades físicas puede ser causada por entidades matemáticas.

Mi segunda objeción se dirige a un aspecto puntual del argumento, concretamente a la de la HUM a partir de la idea de que la TdT y la realidad son isomórficas. Dicha afirmación podría interpretarse en más de un sentido. En la literatura acerca de modelos científicos es harto común afirmar que una estructura resulta isomórfica con los fenómenos, o con parte de un sistema target considerado en alguno de sus aspectos. Lo que en esos casos quiere en realidad afirmarse (y lo que de hecho se afirma en contextos en los que la cuestión de la representación está en foco) es que la estructura matemática resulta isomórfica con otra que es posible construir por abstracción a partir de ciertas características natural o pragmáticamente relevantes del sistema target. Este sentido laxo de isomorfismo no es el empleado en el argumento. Por el contrario, se da por sentado que una relación de isomorfismo sólo puede ocurrir entre estructuras matemáticas idénticas. Es decir, el sentido de *isomorfismo* considerado aquí es fuerte, lo que implica que se trata de una relación que sólo puede darse entre dos estructuras abstractas. Pero si ese es el caso, la premisa que afirma que la realidad externa es isomórfica con la TdT no puede ser usada para derivar HUM, puesto que HUM afirma que la realidad externa es una estructura matemática, y la premisa en cuestión *presupone* que la realidad externa es una estructura matemática (puesto que, de no ser así, no había modo en que pudiera ser isomórfica respecto de otra estructura

matemática, como lo es la TdT). El argumento incurre así en una flagrante petición de principio.

Si bien otras aristas de la argumentación de Tegmark presentan problemas análogos, considero que los que acabo de mostrar resultan suficientes para desestimar su posición filosófica.

3. REOE, leyes y estructuras físicas

La preocupación de que el compromiso ontológico del REOE colapse en el platonismo fue una de las más acuciantes desde sus inicios. Quién más atención le prestó a ese punto fue Cao, para él la apuesta del REOE consiste un “intento de disolver las entidades físicas en estructuras matemáticas”, por lo que sus defensores se desplazan “del realismo científico al idealismo platónico” (2003:57). Esta imputación dio lugar a una extensa discusión con French & Ladyman, quienes nunca resignaron el carácter físico de las estructuras.

¿Qué es lo que hace que una estructura sea 'física'? Bueno, crudamente, que puede estar relacionada —en nuestro marco, a través de isomorfismos parciales— con los 'fenómenos' (físicos). Así es como el 'contenido físico' entra. Menos trivialmente, lo matemático se puede distinguir de lo físico en que este último es además causal. (French & Ladyman 2003: 75)

En este estadio de la discusión son entonces dos los rasgos que determinan el carácter físico de las estructuras, su relación con los fenómenos físicos y su carácter *causal*. Sólo el último será conservado en defensas posteriores, y no resulta difícil ver por qué. Cualquier forma más o menos sofisticada de antirrealismo científico —el Empirismo Constructivo de van Fraassen es un obvio ejemplo— admite que el conocimiento científico es acumulativo en cuanto a la estructura de los fenómenos físicos. Pero ello no significa, por supuesto, que todas las teorías físicas sean empíricas en el sentido de limitarse a contabilizar o generalizar sobre observaciones. Los fenómenos, en la forma de modelos de datos, se relacionan con los modelos teóricos por vía de sus subestructuras empíricas. En otras palabras, no hace falta ser realista para afirmar que las estructuras matemáticas con las que una teoría “describe” el mundo inobservable se relacionan con los fenómenos (a través de isomorfismos, isomorfismos parciales, similitud o algún vínculo análogo). Mucho menos es el caso que la posibilidad de

relacionar una estructura matemática con un dominio de fenómenos físicos haga de la estructura matemática una estructura física.

El argumento que sobrevive hasta formulaciones recientes del REOE es el que afirma el carácter causal de las estructuras o, como se lo suele explicitar, su naturaleza *modal*. Éste aparece en French (2014) —sin dudas la defensa más completa del REOE publicada hasta la fecha— conjuntamente con segundo argumento. Sumariamente, French hace uso de una distinción entre la *representación* de la estructura de la *presentación* de los objetos que aparecen en ella por medio de sus estructuras compartidas. Según entiende, si bien la *representación* hace uso de conceptos abstractos, eso no significa que la estructura compartida por los objetos postulados por la teoría no pueda ser *presentada* como ontológicamente primaria.

El primero de esos argumentos sigue siendo el más relevante para fundamentar el carácter físico de las estructuras en el marco del REOE. Puesto que, como veremos, su eje central es la postulación de las leyes de la naturaleza como pieza elemental de la ontología del mundo, los argumentos al respecto se adelantarán aquí, pero su tratamiento exhaustivo deberá esperar hasta el capítulo 7.

El primer argumento afirma, entonces, que el carácter físico de las estructuras postuladas por el REOE está dado por su naturaleza modal, rasgo ausente en las estructuras matemáticas. Sumariamente, French sostiene que debe darse un carácter primitivo a las leyes naturales por sobre las propiedades y los objetos. Ahora bien, esas leyes parecen no ser concebidas al modo del RN tradicional, aquí “las leyes son simplemente aspectos relevantes de la estructura subyacente” (2014: 302). La noción de “gobierno” es sólo una metáfora para expresar primacía ontológica. De ese modo, la naturaleza nomológica y por ende modal de las regularidades está asegurada de antemano. Sin embargo, sostengo, esa caracterización diluye la distinción entre leyes y generalizaciones accidentales, por lo que la naturaleza “nomológica” de las estructuras no está justificada. Pero hay una razón adicional por la que esta versión del REO fracasa en justificar el carácter físico de las estructuras por vía de la modalidad. Esta razón alcanza también a la mayoría de las variantes no-eliminativistas que utilizan el mismo recurso a idénticos fines. Brevemente, mi argumento es el siguiente: la modalidad puede usarse para distinguir lo físico de lo matemático, bajo la asunción de que lo matemático no podría ser causalmente eficaz. Pero la mera eficacia causal no es suficiente para determinar el carácter físico de una entidad, puesto que las entidades mentales también han sido juzgadas como causalmente eficaces, y no por ello como físicas. En suma, la eficacia causal no es condición suficiente para la atribución de carácter físico.

Con todo, dado que la naturaleza modal de las estructuras postuladas por el REOE de French será abordada en detalle en el capítulo 7, ocupémonos ahora del segundo argumento, que podría reconstruirse del siguiente modo: la ciencia se ocupa de describir fenómenos; la física cuántica, concretamente, se interesa por cierto tipo de fenómenos físicos y los describe como estructuras en el marco de la teoría de grupos. Por su parte, la filosofía de la ciencia se ocupa de describir teorías y (si al menos cierta dosis de realismo es admitida en su ejercicio) la relación que esas teorías guardan con el mundo. En el marco de la versión de la concepción semántica abrazada por French, la herramienta para efectuar esa descripción son las estructuras parciales expresadas en el lenguaje de la teoría de conjuntos. En el nivel científico se ofrecen estructuras matemáticas que describen los fenómenos, y en el nivel metacientífico estructuras parciales que reflejan la relación entre los modelos teóricos, los modelos de datos y la estructura del mundo (French 2014:115). French vincula estos dos niveles con la distinción introducida por Brading & Landry (2006) entre *presentación* y *representación*. Según su interpretación, debe distinguirse “la *presentación* de las entidades putativas por medio de la estructura compartida dada por nuestras teorías, y la *representación* de tales objetos (como aspectos del mundo) por dichas teorías. La pregunta obvia entonces es: ¿cómo es representada *esa estructura compartida*?” (2014:101, el énfasis me pertenece). La respuesta de French, como ya he sugerido, es que dicha estructura compartida es representada en el nivel matateórico por medio de estructuras parciales. Estos dos niveles son cruciales para trazar una frontera entre lo matemático y lo físico en lo concerniente a las estructuras, porque es precisamente en el nivel de la *representación* metateórica donde se revela la naturaleza física de las estructuras que son meramente *presentadas* por la teoría mediante una descripción puramente matemática (en el caso de la física cuántica, por medio de simetrías e invariantes expresadas mediante teoría de grupos):

Insistimos en que la estructura física es concreta, ya que puede estar relacionada —a través de isomorfismos parciales en el marco de las estructuras parciales, por ejemplo—, con los 'fenómenos' (físicos). Es así como el 'contenido físico' entra en nuestras teorías y les permite ser (al menos parcialmente) interpretadas. (...) Pero claramente ese contenido debe ser entendido como fundamentalmente no-matemático (French 2014:199)

Sostengo que hay al menos tres sentidos en los que la interpretación que French hace de la distinción defendida por Brading & Landry es fallida (y lo suficientemente fallida

para no poder sostenerse como una variación alternativa de dicha distinción), lo cual socava su argumento a favor de la naturaleza física de las estructuras.

Previo a especificar esos tres aspectos problemáticos, conviene echar un vistazo a la distinción tal como Brading & Landry la formulan. En tal sentido cabe destacar que su objetivo es doble. Por una parte, buscan dar con el punto preciso en el que el estructuralismo matemático se diferencia del estructuralismo científico; por otra, sientan las bases para una clasificación de grados de compromiso ontológico dentro del estructuralismo científico. En cuanto al primer punto, la distinción entre *presentar* y *representar* es clave. En una teoría matemática *presentar* un objeto mostrando su lugar en una estructura es equivalente a *representarlo*; en otras palabras, basta que una teoría hable de una entidad matemática para que dicha entidad sea el objeto de ese discurso. En cambio, una teoría física puede *hablar acerca* de electrones (o unicornios), sin *ser acerca* de electrones (unicornios), *presentarlos* no es aquí equivalente a *representarlos* exitosamente o traerlos a la existencia (Brading & Landry 2006:573).

Ahora bien, ya en el dominio del estructuralismo científico, uno es libre de adoptar distintos grados de compromiso respecto de la capacidad representativa de las teorías adoptando una actitud (*sance*) *metodológica*, *empírica* o *realista*. Es crucial aquí dar cuenta de cómo ocurre dicha decisión y cuál es exactamente su objeto para acabar de entender cabalmente la distinción entre *presentar* y *representar*. La teoría *presenta* una clase de objetos en sus modelos teóricos, esos modelos resultan aplicables a un modelo de datos si ambos tienen una estructura compartida, esto es, si puede probarse alguna relación relevante entre ellos (isomorfismo, homomorfismo, isomorfismo parcial, etc.). Pero esto es sólo un primer paso que no involucra todavía un contacto con el mundo. Dicho contacto se produce solamente si se brinda un relato adecuado de cómo esos modelos de datos efectivamente *representan* los fenómenos, en otras palabras, debemos “dar cuenta de la *representación* en términos de la estructura compartida entre los modelos de datos y los fenómenos, de manera que los fenómenos acerca de los que la teoría es tengan la estructura apropiada” (2006:575). No es otra cosa que el *problema de la representación* sobre el que Reichenbach ([1920] 1965) llamó la atención, y que van Fraassen resume magistralmente: “¿cómo puede una entidad abstracta, como un espacio matemático, representar algo que no es abstracto, algo en la naturaleza?” (van Fraassen 2006:537). El tipo de respuesta que se ofrezca depende del grado de compromiso ontológico que se esté dispuesto a asumir. Desde una actitud *realista*, es el mundo mismo el que estructura los fenómenos, y un modelo de datos los representa si se acomoda a esa estructura. Desde una actitud *empirista* (como la que van Fraassen

adopta), es la teoría la que proyecta una estructura en los fenómenos²⁶. Desde la actitud *metodológica* que Brading & Landry defienden, en cambio, el problema es simplemente ignorado, concentrándose sólo en las relaciones entre el modelo de datos y las subestructuras empíricas de los modelos teóricos.

Con esta breve reconstrucción en mente puede verse con más claridad cuáles son los tres sentidos en los que afirmo que French malinterpreta la distinción introducida por Brading & Landry.

El primero de ellos se vincula con el rol del enfoque de estructuras parciales (y de la concepción semántica de los teorías en general) en la representación de la realidad. Una de las principales motivaciones para trazar una distinción como la que Brading & Landry proponen consiste en mostrar las limitaciones propias de las herramientas de la concepción semántica para brindar, por sí solas, un relato completo de cómo las teorías se relacionan con el mundo. Las herramientas semánticas requieren de una propuesta ontológica que dé cuenta de cómo los modelos de datos capturan la estructura objetiva de los fenómenos (con una estrategia semejante esa misma idea fue defendida por Frigg 2006). En tal sentido lo que French toma por el momento de la *representación* en el lenguaje metafórico es sólo un fragmento de lo realmente se requiere. Él mismo parece reconocer implícitamente eso al afirmar que la noción de isomorfismo parcial propia de ese marco se extiende “tanto ‘verticalmente’ como ‘horizontalmente’ (...) [para] capturar las relaciones entre teorías y las relaciones con los modelos de datos” (French 2014: 104). Es decir: excluye la relación con los fenómenos en sí mismos.

En segundo lugar, contrariamente a lo que se afirma en el argumento, en la distinción de Brading & Landry no hay un desdoblamiento en dos niveles de representación. Además, es preciso remarcar que para ellas, lo que en última instancia se representa son los *fenómenos*, no una *estructura compartida*. En varias ocasiones (tal como en la cita consignada más arriba) French insiste en que “la ‘*estructura compartida*’ puede ser representada por estructuras modelo-teóricas (parciales), más iso/homomorfismos (parciales) asociados” (2014: 105, énfasis añadido). Hay allí, para comenzar, un problema con el sentido de ‘representación’. En el modo que Brading & Landry lo emplean, en el marco del estructuralismo científico una estructura compartida no puede *representarse* puesto que no es algo en el mundo, sino una relación entre el mundo y la teoría (impedientemente, por supuesto, de que la ontología del mundo se esclarezca en

²⁶ Si bien este es el modo en que Brading & Landry caracterizan la actitud empirista, podría pensarse que para ser consecuente con su tradición, un empirista debería afirmar que, aun cuando construido, el modelo de datos captura algún aspecto presente en los fenómenos.

términos de una metafísica tradicional o estructuralista). Por otra parte, y aun suponiendo que French pudiera estar adaptando la noción a sus propósitos, la relación de ‘compartir estructura con’ es, en sentido estricto, sólo aplicable cuando ambos términos son estructuras matemáticas. Y en sentido laxo (como una relación entre la teoría y los fenómenos), secundaria, puesto que es una mera consecuencia de la afirmación de que los fenómenos tienen estructura “natural” o “dada”.

En tercer lugar, incluso si se diese por válido ese sentido laxo de *estructura compartida*, éste no nos informa por sí mismo nada acerca de la naturaleza de las entidades (objetos, propiedades, estructuras, etc.) reales. Pero además, y más importante, si lo que efectivamente se representa, tal como French insiste en remarcar, es la estructura compartida entre los fenómenos y el modelo de datos, ello parece abonar desde todo punto de vista la conclusión de que las estructuras del REOE son entidades abstractas más que de naturaleza física. El compartir estructura es una relación que se da solamente entre entidades matemáticas y, en el mejor de los casos, entre una entidad matemática (el modelo de datos) y una estructura concreta determinada por una función que capture las relaciones “relevantes” o “naturales” entre los fenómenos, pero la estructura compartida, *qua* relación, no puede ser sino una entidad abstracta producto de poner en correlación fenómenos y modelo de datos.

Estas tres razones muestran que la estrategia de French para justificar el carácter físico de las estructuras postuladas por el REOE mediante la distinción entre presentación y representación es fallida. En el capítulo 7 se desarrollarán argumentos adicionales para mostrar la inconveniencia del argumento que pretende fundar el carácter físico de las estructuras en su naturaleza modal.

4. ¿Qué es lo físico, después de todo?

El problema de cómo dar cuenta del carácter físico de las entidades básicas aparece como especialmente acuciante en una propuesta ontológica tan radical como la del REOE, pero brindar una noción aceptable de ‘entidad física’ no es un asunto menos problemático en el marco de las disputas metafísicas sobre el fisicalismo. Explorar este punto no sólo puede resultar iluminador para la cuestión central de este capítulo, sino para dar cuenta de su rol en los debates sobre el realismo científico. En efecto, en ellos está presupuesta una noción “folk” de entidad física, y si bien no hay en general compromisos explícitos, existe una actitud fisicalista en cuanto al tipo de entidades de las que hablan las teorías y en cuanto a los compromisos realistas que deberíamos asumir respecto de ellas. Ahora bien, más allá de ello, el realismo científico no requiere

del fisicalismo ni lo implica. Afirmar que las entidades postuladas por nuestras mejores teorías científicas existen no implica, ni que ellas sean físicas, ni que, si efectivamente son físicas, ellas sean lo único que existe o la única categoría ontológica con la que uno debería comprometerse. Por ejemplo, el realismo científico es absolutamente compatible con un teísmo o con un dualismo fuerte respecto de la mente. Esto se vincula con el hecho de que cuando a la hora de definir los compromisos realistas se hace una referencia ineludible a objetos, y esos objetos son en general objetos físicos. Es por ello que la cuestión del fisicalismo no está tematizada y se toma usualmente como un presupuesto. Ahora bien, en el caso del REO esto pasa a tener un sentido especial y preocupante, puesto que a pesar de defender la primacía ontológica de las estructuras por sobre entidades de otro tipo, los defensores del REO insisten en que esas estructuras no son estructuras matemáticas o abstractas, sino estructuras físicas, ontológicamente primarias, subsistentes, etc. Por tanto, la necesidad de definir una noción de entidad física tal que pueda predicarse de una estructura es central. Entonces, si bien el REO, como toda forma de realismo científico, resulta totalmente independiente de la posición que uno asuma respecto del fisicalismo y, previamente, de la noción de entidad física que se asuma, tanto el fisicalista como quien sostenga el REO, precisan de una noción clara, precisa y funcional de entidad física. El primero para decir que todo cumple con esa condición. El segundo para decir que la categoría ontológica fundamental que postula en términos puramente estructurales, es de hecho una categoría física y que esas estructuras objetivas de las que el REO habla son efectivamente estructuras físicas. La noción que voy a intentar delinear puede funcionar como una herramienta para dar cuenta de ambas cosas. Por una parte, y principalmente, de una noción de entidad física que se acomode al *dictum* del REO que afirma que las entidades básicas son *estructuras físicas*, por otra parte, a las necesidades que el fisicalista puede tener para afirmar que su posición es verdadera partiendo de una noción aceptable y funcional de entidad física.

Hay dos grandes modos de caracterizar la noción de entidad física, o bien *a priori*, en una reflexión filosófica (que denominaré enfoque *por objeto*), o bien *a posteriori*, teniendo en cuenta lo que nuestras teorías físicas postulan como entidades reales (enfoque *por teoría*). Según entiendo, ninguna resulta adecuada a nuestros fines, por lo que propongo un enfoque alternativo.

4.1. El enfoque por objeto

El fisicalismo es heredero del materialismo, una tradición filosófica mucho más antigua cuya piedra fundamental es la idea de que la única sustancia que existe es la sustancia material. Esta tesis, que podría identificarse como el *componente positivo* del materialismo, está acompañada de un *componente negativo* que consiste en negar la existencia de una sustancia espiritual o mental. Aunque tal vez en distinta medida, ambos sobreviven en el fisicalismo contemporáneo. El componente positivo persiste en la idea de que hay una suerte de noción *folk* de entidad física que es la fuente de nuestras intuiciones acerca de lo que contaría en última instancia como físico. En tal sentido una propiedad es física si corresponde a una de las características de un objeto intuitivamente físico (Stoljar 2001: 54). No caben dudas de que entendemos en general lo que una entidad física es, ni de que esa comprensión es la fuente de muchas de nuestras creencias en torno al fisicalismo. Sin embargo, esa supervivencia al nivel de las intuiciones se desintegra en un análisis más cuidadoso, en especial, considerada a la luz de algunos resultados de la ciencia moderna. En efecto, nuestras mejores teorías acerca del mundo físico postulan entidades fundamentales que tienen pocas o ninguna de las características que habitualmente le adscribimos a los objetos intuitivamente físicos. Y eso llega a incluir entidades como el espacio y el tiempo, que no sólo son conflictivas en sí mismas respecto de su carácter físico, sino que usualmente resultan parte del aparato conceptual que usamos para atribuirle ese carácter a otras entidades. El componente negativo del materialismo, en cambio, sobrevive en el fisicalismo tanto en el nivel de las intuiciones como del análisis filosófico. Su forma más común de expresión, que constituye el núcleo de lo que denomino enfoque *por objeto*, es la definición de lo físico por su carácter no mental. Esto se enmarca, a su vez, en la convicción más general de que la tesis fisicalista no es una hipótesis científica ni una que primariamente pueda decidirse por medios empíricos. En su defensa canónica del enfoque *por objeto* Crook & Gillett afirman que el fisicalismo debe regresar a las intuiciones fundantes del materialismo para “ubicarse una vez más como como una hipótesis *filosófica* basada sobre conceptos desarrollados para enfrentar problemas metafísicos (2001:336). Es por ello que el rasgo de no mentalidad es un requisito fundamental, que luego incorporarán a su definición de la tesis fisicalista, en sus palabras, "las entidades mentales no están entre las entidades lógicamente contingentes que componen todas las demás entidades lógicamente contingentes" (2001:349). Del mismo modo, Wilson (2006) (quien defiende un enfoque mixto en algunos sentidos próximo al que este capítulo propone) afirma que el requisito de No-Mentalidad Fundamental (NMF) es indispensable en una caracterización adecuada de

lo físico. En pocas palabras, una entidad es física si es objeto de tratamiento de la física fundamental (actual o futura) y no es fundamentalmente mental (2006:72).

El requisito de NMF es, en sus distintas presentaciones, el punto central del enfoque *por objeto*, tanto en las versiones más radicales que —como la de Crook & Gillett— toman la reflexión filosófica como el único camino para caracterizar lo físico, como en las que reconocen un papel relevante e incluso esencial a la ciencia.

La mayor objeción a la inclusión del requisito de NMF en la caracterización de lo físico se asocia a la posibilidad de que se trate de una demanda *ad hoc*, vinculada más a preocupaciones propias de la filosofía de la mente que a la tarea de brindar condiciones suficientes y necesarias para afirmar que una entidad es física. En términos de Wilson, se trata del problema de la *no-sistematicidad*. Es claro que la existencia de entidades fundamentalmente mentales parece refutar el fisicalismo, pero “intuitivamente, el fisicalismo sería también refutado si descubriésemos que entidades correspondientes a órdenes de complejidad constitucional relativamente bajo son agentes morales o actúan libremente, o que en ciertas respuestas estéticas están involucradas una nueva interacción o fuerza fundamental”. Es por ello que pareciera que al requisito de NMF debieran adicionarse otros de “*no moralidad fundamental, no libre albedrío fundamental, no estética fundamental*” (2006:74-75). En suma, la no-sistematicidad implica que la caracterización de lo físico no consta de condiciones necesarias y suficientes sino de un conjunto de rasgos que se incorporan a medida que posibles “falsadores potenciales” de la tesis fisicalista van siendo invocados.

La respuesta de Wilson en defensa del requisito de NMF es que la no sistematicidad es en realidad aparente:

Es plausible que la mayoría, y quizás todas las entidades cuya postulación como entidades fundamentales falsaría intuitivamente el fisicalismo, y cuya postulación como entidades fundamentales continúa siendo una posibilidad real, tienen en común que la mentalidad es una condición previa para su existencia en un sentido fuerte, de acuerdo con el cual su existencia está en cierto grado constituida por la mentalidad. (2006:76)

Si bien creo que esta defensa es inadecuada, argumentar de modo completo contra esa respuesta requeriría relevar y clarificar una serie de cuestiones previas que en pos de la simplicidad han sido relegadas en esta exposición. Pero bastará dar cuenta aquí de que las falencias de este argumento muestran que el enfoque *por objeto* resulta inconveniente para una caracterización del fisicalismo coherente con los propósitos del

REO. Ello, lateralmente, me permite sugerir que el requisito de NMF no puede resultar en general defendible como parte de una caracterización de lo físico. Mi punto es simple: las entidades abstractas (e.g., las entidades matemáticas) no tienen (al menos según una doctrina filosófica que goza de cierta popularidad) la mentalidad como una condición previa para su existencia y, sin embargo, pueden ser postuladas como entidades fundamentales, incluso *físicamente* fundamentales.

No es extraño que Wilson no haya tenido en mente esta posibilidad. Las entidades abstractas se encuentran en el campo del análisis metafísico de la tesis fisicalista al margen de la discusión, donde nadie les presta demasiada atención. Y hay buenas razones para que ese sea el caso. Primero, su mismo nombre parece indicar que ellas no son más que abstracciones a partir de entidades que las preceden en nivel de fundamentalidad, por lo que no parecen constituir un riesgo real para la tesis. Segundo, incluso si este no fuera el caso y entidades como números, clases o estructuras gozaran de una existencia independiente y de un grado de realidad equiparable al de las entidades fundamentales del mundo físico, se asume tácitamente en la discusión que ambas clases de entidades pertenecen a niveles diferentes de la realidad y que las entidades abstractas, de existir, no pueden reclamar un puesto entre las que resultan fundamentales en la constitución del mundo físico. Ambas razones, sin embargo, podrían quedar socavadas en el marco del REOE. Al menos en la versión de Tegmark, tanto la independencia ontológica como la segregación categorial de lo matemático y lo físico quedan impugnadas por la HUM. Y si se atiende a las razones que he esbozado en el capítulo precedente, lo propio podría afirmarse de la versión de French en tanto ésta falla en brindar una distinción convincente entre las estructuras matemáticas y las físicas.

Claro que los problemas propios de la peculiar concepción de Tegmark podrían ser invocados por Wilson como una razón para sostener que el requisito de NMF no queda efectivamente puesto en jaque por la posibilidad de postular entidades abstractas como físicamente fundamentales. Pero si bien esto puede relativizar la importancia de esta posibilidad en los debates sobre el fisicalismo, es claro que en el contexto de formulación del REO se hace relevante. El componente central del enfoque por objeto, el requisito de NMF, no resulta suficiente para dar cuenta de modo convincente del carácter físico de las estructuras que el REO postula como fundamentales. De hecho el REO aparece como una amenaza global para dicho enfoque, por lo que mal podría ser este último parte de su marco.

Por otra parte, y tal vez más importante aun, lo que fuere que haya sobrevivido del componente positivo del materialismo en el fisicalismo se ve igualmente socavado por

los presupuestos metafísicos del REO. Si se admite que sus estructuras son efectivamente físicas, esto ha de hacerse a pesar de que poseen pocas o ninguna de las características habitualmente e intuitivamente asociadas a las entidades físicas.

En resumen el enfoque que denominé *por objeto* no resulta el marco apropiado para caracterizar una noción de estructura física como la que el REO requiere. De hecho, la propia articulación del REO se opone tanto al requisito de NMF como la posibilidad de atar la noción de objeto a propiedades de los objetos del sentido común.

4.2. El enfoque por teoría

Las dificultades propias del enfoque *por objeto*, vinculadas en su mayoría a sus resabios materialistas, han hecho que buena parte de los filósofos se inclinase por la idea de que es la física en última instancia la que ha de determinar el contenido de la tesis fisicalista. Dado que sus ataques a la metafísica tradicional se ven impulsados por los resultados de esa ciencia, no es extraño que varios de los promotores del REO se identifiquen con esta corriente.

De este modo, el enfoque *por teoría* señala, en pocas palabras, que una entidad es física si es objeto de tratamiento de la física. Sus problemas son bien conocidos y de larga data. El más relevante de ellos es sin dudas el llamado Dilema de Hempel (1969; 1980), que señala, en resumidas cuentas, que la tesis fisicalista caracterizada por este enfoque es trivial o falsa. El primer cuerno del dilema considera la posibilidad de que se tome en cuenta la física tal como se ha desarrollado hasta el momento actual. Si ese es el caso, dado que la física actual es casi sin dudas incompleta e imprecisa, la tesis fisicalista resultaría falsa. El segundo cuerno contempla en cambio la posibilidad de que el contenido de la tesis fisicalista se fije con referencia a una física futura o ideal, y en tal sentido la tesis resultaría trivialmente verdadera. Después de todo, una física futura o ideal tratará acerca de algunas entidades, y si esas entidades son las entidades físicas simplemente por hipótesis, no hay circunstancia posible en la que el fisicalismo pudiera resultar falso.

Hay varias estrategias para defender el enfoque *por teoría* del Dilema de Hempel. Entre las que cuestionan el primer cuerno, usualmente denominadas *presentistas*, la más notoria es sin dudas la de Melnyk (1997). Según entiende, el hecho de que el fisicalismo descansa en la física actual y por lo tanto tenga grandes chances de ser falso no es en sí mismo un problema. Los realistas científicos se encuentran en la misma situación respecto de las teorías y no por ello resignan el realismo. Es así que asumir la actitud de los realistas (lo que denomina “actitud RC”) es el camino a seguir.

[D]ado que un fiscalista es simplemente alguien que adopta la actitud RC hacia el fiscalismo, el mero hecho de que la historia de la ciencia física haga que sea poco probable que el fiscalismo sea cierto no ofrece ninguna razón por sí mismo para dejar de ser fiscalista; uno puede seguir siendo fiscalista, con tal de que el fiscalismo, aunque resulte poco probable, sea más probable que sus rivales relevantes. (1997: 632)

Múltiples críticas se han realizado contra este argumento, pero me permito agregar dos objeciones propias que considero suficientes para descartarlo. Primero, en el debate contemporáneo, toda forma de realismo científico más o menos sólida asume como punto de partida que las teorías son en sentido estricto falsas si se las considera en su conjunto. El realismo científico actual toma la forma de un realismo selectivo: mediante diferentes estrategias se da cuenta de cuáles son las partes o aspectos de una teoría que resultan responsables de su éxito predictivo, y es sólo respecto de ellas que el compromiso realista se cristaliza. Además, incluso así concebido, el compromiso con el realismo no implica que el antirrealismo sea menos probablemente verdadero. Por el contrario es ampliamente reconocido que realismo y antirrealismo científicos son actitudes respecto del estatus epistémico de las teorías, que si bien pueden ser apuntaladas mediante argumentos no pueden juzgarse en función de su probabilidad de verdad. La actitud RC, por tanto, no se parece mucho a la actitud que efectivamente asumen los realistas científicos. Pero hay una segunda razón: si el realismo científico es un punto de partida necesario para el sustento del fiscalismo, eso implica que un antirrealista, si quisiese abrazar el fiscalismo, estaría adoptando una tesis que no puede sustentar. Y eso es claramente absurdo: intuitivamente resulta totalmente compatible sostener que las entidades fundamentales de la realidad son físicas, y al mismo tiempo abstenerse de un compromiso ontológico con las entidades inobservables postuladas por la ciencia. Este argumento implica por tanto una tesis por lo menos implausible, a saber, que el fiscalismo es incompatible con el antirrealismo científico.

Los defensores del REO, en cambio, optan por el *futurismo*, i.e., por la estrategia que busca eludir el dilema hempeliano atacando la conclusión del segundo cuerno. Brown & Ladyman abrazan explícitamente este enfoque, aunque son conscientes de los problemas que conlleva su forma pura:

Muchos físicos y filósofos consideran que es analíticamente verdadero que la física debe ser capaz en principio de dar cuenta de todo fenómeno natural. Por ejemplo, los enlaces químicos no son, estrictamente hablando, parte de

la física fundamental, pero no dejan de ser explicados por ella en términos de fuerzas electrostáticas entre partículas cargadas. Por lo tanto, puesto que los fenómenos mentales son fenómenos sin duda naturales, es analítico en esta definición de la física que una física fundamental futura y completa será capaz de dar cuenta de lo mental (...). De esta mirada acerca de lo que la física es se sigue que si es necesario cuantificar sobre ectoplasma para dar cuenta de un fenómeno natural, entonces el comportamiento del ectoplasma está en el ámbito de la física. Si se adopta esta perspectiva, se deduce que si el fisicalismo se caracteriza exclusivamente en términos del contenido de la física futura, entonces es trivialmente verdadero. (Brown & Ladyman 2009:22)

La solución que proponen está en línea con la ofrecida por Wilson, aunque, dado que no quieren formular un enfoque abiertamente mixto, codifican el requisito de NMF en la forma de una predicción. Así, la tesis fisicalista debe complementarse con la “predicción de que la física fundamental no postulará entidades que posean esencialmente características mentales” (2009:24). Es claro por qué esta propuesta es ventajosa para quien defiende el REOE. Si se acepta que la mejor interpretación de la ciencia moderna requiere postular estructuras como las entidades fundamentales, ellas son físicas por el mero hecho de ser postuladas por la física actual. Por el contrario, si llegase a ser el caso que la física fundamental futura postulase entidades mentales, entonces el fisicalismo sería refutado.

No es difícil ver, sin embargo, que la adición de dicha predicción a la formulación del fisicalismo adolece del mismo problema de no-sistematicidad que el requisito de NMF en el marco del enfoque *por objeto*. De hecho, pese a la introducción de la predicción, sigue siendo cierto *en los propios términos de Brown & Ladyman* que el ectoplasma debería ser considerado físico si la ciencia llegase a incluirlo en su dominio. Y el problema no se atenúa al considerar lo remoto de esa posibilidad: lo que ella muestra es que la predicción es un recurso *ad hoc* que privilegia sin fundamento aparente unas intuiciones sobre otras con el sólo objeto de salvar el fisicalismo de la trivialidad haciéndolo falsable. Después de todo (al menos para algunos) las entidades mentales son intuitivamente tan ajenas al reino de lo físico como las estructuras constituidas por relaciones sin *relata*.

Por las razones expuestas sostengo que ambos enfoques fracasan en brindar una caracterización adecuada de lo físico, o al menos una que pueda acomodarse a los propósitos del REO. La salida a ese problema, sostengo, es la articulación de un enfoque mixto.

4.3. El círculo virtuoso: metafísica naturalizada y ciencia metafísicamente informada

Hasta el momento hemos explorado críticamente tres escenarios posibles:

- A. La filosofía, por sí sola, determina el modo de caracterizar lo físico.
- B. La ciencia, por sí sola, determina el modo de caracterizar lo físico.
- C. La ciencia determina el modo de caracterizar lo físico, pero la filosofía le impone límites (e.g. el requisito de NMF).

He procurado presentar argumentos clásicos y novedosos para mostrar que ninguna de estas tres opciones es un camino adecuado, al menos en lo concerniente a la caracterización de las estructuras físicas. Hay una obvia cuarta opción a la mano, que no parece haberse encarnado en ninguna propuesta articulada:

- D. La filosofía determina el modo de caracterizar lo físico, pero la ciencia le impone límites.

Hay más de un ejemplo histórico que puede ilustrar este punto, pero basta mencionar las intuiciones ligadas al atomismo clásico o las fuerzas de acción a distancia para mostrar como nociones ligadas a formas filosóficas de comprender lo físico pueden ser limitadas o refutadas por desarrollos científicos.

Si bien esta posición es pasible de críticas semejantes a las esgrimidas contra C, no me detendré en ese punto ya que, de hecho, el enfoque que propongo es en realidad una combinación entre C y D (C/D). Mi propia formulación requiere la identificación de un conjunto de intuiciones filosóficas ligadas a las entidades físicas (IF). El conjunto IF incluye aquellas intuiciones ligadas al carácter no fundamentalmente mental de lo físico, como así también a que lo físico no puede en principio ser de naturaleza abstracta, intensional o espiritual. Sin embargo, no es preciso que seamos capaces de identificar cada uno de los componentes de IF, sino sólo que éstos estén disponibles en el caso de que cierta clase de entidades deba ser sometida a C/D. Mi enfoque sobre IF, además, contempla un aspecto clave, a saber, la composición de IF puede ir variando —como de hecho ha ido variando— a lo largo del tiempo, especialmente a la luz de nuevos desarrollos científicos que acaban por “decantar” al nivel de las intuiciones. En otras palabras, el alto grado de confirmación y legitimación científica de una teoría puede

traducirse, en el ámbito de la discusión metafísica, en la necesidad de modificar el contenido de IF para acomodarlo a nuevos desarrollos. Pero, en sentido inverso, la verdad del fisicalismo no queda asegurada desde un principio. La especulación filosófica acerca de la ciencia puede valerse de IF para dictaminar que cierta entidad, incluso siendo postulada por la física vigente, es lo suficientemente divergente de las intuiciones filosóficas aceptadas como para no ser considerada una entidad física. Veamos entonces en qué consiste el enfoque mixto que propongo:

C/D: una entidad es física si y sólo si

- (i) es investigada, de modo al menos aproximado, por la física fundamental, y
- (ii) es (o puede argumentarse convincentemente que resulta) compatible con IF

Esta formulación da cuenta de la idea general detrás de las propuestas de Wilson y Brown & Ladyman, en el sentido de que la especulación metafísica puede poner límites a lo que la ciencia determine como físico, de modo tal que el contenido de la tesis fisicalista no resulte trivialmente verdadero. Sin embargo, no está afectado por el problema de la no sistematicidad. Si bien se admite que IF puede ir cambiando, y con él C/D, éste siempre brinda condiciones suficientes y necesarias para que una entidad sea considerada física. Se acomoda, a la luz de la historia de la ciencia, a dos fenómenos igualmente retratados por episodios concretos. Primero, al hecho de que nuestras creencias metafísicas, e incluso nuestras intuiciones, pueden cambiar conjuntamente con el desarrollo de la ciencia. Segundo, al hecho de que la especulación filosófica, tal como se la concibe en el marco de la —cada vez más desarrollada— metafísica naturalizada, juega un rol relevante no sólo en la asimilación de los resultados científicos, sino en la producción de conceptos que pueden ser útiles para la ciencia.

Por último, cabe notar que las estructuras físicas, tal como son postuladas por el ED, se adecuan al criterio formulado. En efecto, el ED toma una lección proveniente de la ciencia: si se interpreta canónicamente la física cuántica, no tiene sentido conservar a nivel de las partículas elementales las categorías tradicionales de objeto e individuo, y todos sus rasgos asociados. De hecho, y pese a las limitaciones del vocabulario clásico, puede decirse con sentido que cabe describir las propiedades de esas partículas y su misma identidad como dependientes de una estructura más fundamental. Ahora bien, esa estructura, por las particularidades del caso, no puede ser definida en los términos clásicos y debe, además, poder ser caracterizada como física. Hasta allí tenemos la filosofía tratando de dar sentido a algunos resultados de la física fundamental, de cierto modo. Ese modo puede cuestionarse tanto filosófica como científicamente, y

precisamente en eso consisten las disputas de la metafísica naturalizada. Pero el punto relevante aquí es: demos por sentado que ese modo de esclarecer la ontología fundamental en términos de estructuras es correcto, ¿pueden o no caracterizarse satisfactoriamente como estructuras físicas? En ese escenario damos por cumplido (i) y nos movemos a (ii). La cuestión es entonces si tenemos un modo de caracterizar estructuras físicas fundamentales que sea compatible con IF. Y eso es, *precisamente*, lo que el ED se ha impuesto como tarea desde el principio: mostrar que ciertas categorías de la metafísica tradicional, perseguidas hasta su límite, nos muestran un panorama en el que las nociones de objeto o propiedad aparecen como dependientes de una estructura disposicional ontológicamente anterior, sin quebrar las intuiciones básicas que llevaron a proponerlas. Por supuesto eso no implica que nociones como la de *propiedad categórica*, *quidditas* o *sustancia* no puedan ser consideradas preferibles a la de *disposición* por quienes argumentan a favor de ciertas teorías metafísicas, ni que no puedan incluso ser juzgadas en esos contextos como intuitivamente más adecuadas. Mi punto que es que en cualquier caso la noción de *estructura disposicional* hereda de la de *propiedad disposicional* la adecuación intuitiva en lo concerniente a su carácter físico.

5. Conclusión

La identificación de la estructura del mundo con una pura estructura matemática, esto es, lo que Tegmark denomina HUM, constituye una tesis implausible cuya fundamentación parte de serios errores conceptuales y comete, además, petición de principio. La versión más elaborada del REOM hace descasar el carácter físico de las estructuras en dos pilares conceptuales: su naturaleza causal o modal, y una distinción entre la presentación y la representación de las estructuras. He mostrado que los argumentos en este último sentido son insatisfactorios, y he adelantado algunas objeciones hacia el recurso a la modalidad de las estructuras, que serán completadas y complementadas en el capítulo 7.

Por otra parte, el análisis de las posiciones en el debate acerca del fisicalismo muestra que tanto el enfoque *por objeto* como el enfoque *por teoría* son insuficientes para fundamentar la noción de estructura física conveniente para el REO y, además, adolecen de problemas difícilmente salvables. El enfoque mixto que propongo hace justicia a la idea de que es la reflexión metafísica la que determina lo que ha de considerarse como físico, al tiempo que salva la intuición de que la metafísica ha de

estar limitada y orientada por los resultados de la ciencia. La versión disposicionalista del REO presentada en este trabajo, el ED, ilustra ese criterio, dando cuenta de cómo la reflexión filosófica, orientada por los resultados científicos, concibe las entidades fundamentales postuladas por la física a partir de una metafísica disposicional e intuiciones estructuralistas.

Capítulo 6. El Realismo Estructural Óptico en perspectiva metodológica

1. Introducción

El REO se propone como una concepción filosófica capaz de hacer sentido del discurso científico atribuyéndole ciertas capacidades epistémicas a las teorías y, fundamentalmente, proponiendo una pintura metafísica de la realidad que requiere cambiar (o simplemente abandonar) algunas de las categorías ontológicas más usuales en filosofía. Como hemos visto, esa maniobra, en sus diferentes variantes, ha sido cuestionada por razones conceptuales, atacando incluso su mera inteligibilidad. Pero más allá de esas críticas, se ha señalado que aun cuando los argumentos que motivan y sostienen el REO funcionen, el cambio de ontología que proponen es *metodológicamente* problemático. Concretamente, Chakravartty (2003, 2015) formula dos argumentos en ese sentido. El primero es radical. Señala que el REO es inviable puesto que no cumple con algunos principios metodológicos básicos. El segundo, más moderado, afirma que tanto las versiones eliminativistas como no eliminativistas del REO caen en un dilema a la hora de dar cuenta de la modalidad: o bien debe rechazarse el REO, o bien debe aceptarse alguna noción primitiva controvertida. La salida de ese dilema consiste en adoptar un “pragmatismo realista”. En este capítulo me ocupo de rechazar el argumento radical, y relativizar los alcances del argumento moderado a algunas versiones del REO.

2. La objeción de inviabilidad metodológica

Como hemos visto, la motivación para sostener el REO es doble: por una parte, dar cuenta de los cambios en los compromisos ontológicos respecto de los referentes de los términos teóricos a lo largo de la historia de la ciencia, sin por ello condenarse a resignar una posición realista. Bajo esta mirada, nuestro conocimiento acerca de la estructura del mundo puede ser profundizado y perfeccionado, pero si ella es *lo único que hay*, tanto el realismo metafísico como el epistémico están salvados del ataque del antirrealista. Por otra parte, el rumbo que ha tomado la física moderna parece pedir un nuevo modo de conceptualizar metafísicamente los objetos. Más precisamente, French y Ladyman aluden la subdeterminación metafísica que surge al nivel de las entidades cuánticas, y que permite considerarlas tanto como individuos, o como no-individuos. El relato realista tradicional acerca de los objetos físicos se ve arrojado, entonces, a una fatal encrucijada: o bien pertenecen estos objetos a un peculiar dominio de individuos que no respetan el principio de identidad de los indiscernibles, o bien no son de hecho individuos. Su única vía de escape (a favor de la primera opción) requeriría postular una ecceidad, afirmando una suerte de individualidad trascendental empíricamente inaccesible.

Hemos visto y desarrollado varias objeciones al REO como estrategia general para resolver este problema, y también respecto de su pertinencia como propuesta filosófica acerca de la ciencia. El REO, para muchos, es inviable por motivos conceptuales y científicos. Sin embargo, podría pensarse que aun si ese no fuera el caso, habría motivos adicionales para justificar su rechazo. Más concretamente, que incluso cuando se da por sentado que la subdeterminación metafísica que surge de la Mecánica Cuántica en efecto resulta una motivación para el REO, y que éste, en tanto posición filosófica es inteligible y pasible de una formulación coherente, previo a aceptar el marco conceptual que ella propone pueden alzarse dudas respecto de la *conveniencia metodológica* de reemplazar el marco de la metafísica tradicional. Chakravartty (2003) afirma que el reemplazo de una ontología de objetos por una que postule las estructuras como sus componentes primordiales es injustificado, dado que no satisface al menos tres principios metodológicos básicos:

- a) *Necesidad*: existen razones que exigen adoptar como marco una nueva ontología rechazando la anterior.

- b) *Rol explicativo*: el marco de la nueva ontología debe tener al menos las mismas funciones explicativas que su antecesor.

c) *Primitivos*: el nuevo marco debe ser menos oscuro, i.e. incorporar menos nociones primitivas.

Revisemos estos principios en orden. En cuanto al principio de necesidad, no resulta en primer lugar muy claro cuál es exactamente su alcance. Los argumentos de French y Ladyman para sostener una versión óptica del RE apuntan a hacer patente la necesidad de una revisión de la ontología básica, a partir de la subdeterminación metafísica ya descrita. Para desmentir esto, se recurre a una serie de principios metodológicos que deberían verse satisfechos. Ahora bien, si la discusión acerca del primero de ellos es una discusión sobre si resulta en general necesario un cambio en la ontología, el rodeo metodológico nos ha devuelto al punto de partida. Y si en cambio, su discusión implica considerar un tipo especial de necesidad, no queda claro, al menos para mí, qué debe entenderse aquí por *necesidad metodológica*. Chakravartty nos da una pista de lo que eso puede ser apelando a lo que bien podríamos llamar el *argumento de la continuidad*. Según éste, si las partículas microscópicas fundamentales están subdeterminadas por la física y eso amerita un cambio en la ontología, entonces también los objetos macroscópicos en los que nos sentamos y bebemos café lo están, y deberíamos también respecto de ellos abandonar la categoría ontológica de objeto. Sin embargo, considero que este argumento está motivado por un malentendido entre el modo en que caracterizamos metafísicamente una entidad y el modo en que hablamos acerca de ella. Un cristiano y yo diferimos notablemente en nuestro modo de concebir metafísicamente una hostia consagrada empapada de vino dulce, y sin embargo podemos hablar acerca de ella en los mismos términos sin dejar de entendernos. Esta última no pretende ser una analogía completa y quizás ni siquiera satisfactoria, sino simplemente ilustrar intuitivamente el hecho de que el modo en que nuestras convicciones metafísicas caractericen a los constituyentes de los objetos de nuestra experiencia cotidiana no implica que tengamos que cambiar la manera en que nos referimos a ellos. Pero también, y por otra parte, el malentendido al que aludí hace a un lado algo casi obvio: tanto las teorías físicas, como las estrategias filosóficas para dar cuenta de ellas, no tienen por qué corresponderse con los conceptos típicos de lo que usualmente llamamos “sentido común”.

Sin embargo (en parte más allá de lo dicho, aunque tal vez precisamente por ello) el mismo Chakravartty admite que “si el argumento a favor del REO demuestra que el principio de necesidad se satisface [o no], es materia de controversia” (2003:870), por lo que no me detendré más sobre este punto.

Respecto del segundo principio considerado, el de rol explicativo, Chakravartty apela, aunque para descartarla, a la que es tal vez la objeción más natural a un planteo que sostiene la existencia de relaciones concretas, pero que niega que haya algún sustrato para esas relaciones: la de la inviabilidad conceptual, o como él elige llamarla, “dependencia conceptual”. Nuestro concepto mismo de estructura requiere que postulemos la existencia de objetos que entren en ciertas relaciones, y por tanto, ellos juegan un papel explicativamente constitutivo e irremplazable. Sin embargo, considera que esto no es definitivo. Por el contrario, si lo que una posición realista respecto de las estructuras pide es que revisemos nuestro concepto de ellas de modo que aparezcan como primitivas, semeja mucho a una petición de principio objetarla argumentando la violación de una dependencia conceptual: las nociones de estructura y objeto no serían revisables, simplemente por no estar dispuestos a hacer tal revisión. No se trataría aquí de hacer un enroque entre viejos conceptos, sino de reformarlos de un modo novedoso. Pero hay, sin embargo, otra forma de dependencia que pone en cuestión la adopción del nuevo marco sin cometer petición de principio. Los objetos son explicativamente centrales a la hora de construir un relato que dé cuenta del cambio, existe una “dependencia causal” que nos obliga a apelar a objetos y a la naturaleza (no estructural) de sus propiedades si queremos explicar adecuadamente la modalidad y no conformarnos con una mera sucesión fenoménica.

Pero es claro que hay alternativas disponibles para el defensor del REO. De hecho, desde el artículo fundacional de Ladyman esta posición se presenta haciendo énfasis en su diferenciación respecto del empirismo constructivo, en razón de su realismo acerca de relaciones modales objetivas entre los fenómenos. Del mismo modo, todas las versiones del REO, eliminativistas y moderadas, intentan hacer sentido de algún modo de un compromiso con estructuras físicas modalmente efectivas. Ciertamente es que muchos de esos intentos pueden ser considerados insatisfactorios. Yo mismo emprendo en esta tesis la tarea de caracterizar una noción de estructura mediante las nuevas herramientas del ED, en parte porque considero que aquellos intentos resultan fallidos. No obstante, a la hora de criticarlos hace falta mucho más que invocar un mero principio metodológico. El capítulo siguiente, por ejemplo, estará dedicado en su totalidad a mostrar las limitaciones de algunas estrategias clásicas para sustentar la noción de estructura modalmente efectiva. Y mi propia propuesta al respecto deberá esperar hasta el capítulo 8.

En cualquier caso, y a sólo efecto de no abandonar aquí la cuestión, basta considerar un ejemplo. A la hora de justificar su compromiso con relaciones causales objetivas que no dependan de postular individuos, el REO puede valerse de una caracterización

puramente estructuralista de la causalidad. Dicha tesis, conocida como “estructuralismo causal” —y analizada detalladamente en Hawthorne (2001)— consiste, sumariamente, en eliminar todo recurso a una naturaleza de las propiedades que trascienda su perfil causal. La pertinencia de este recurso será considerada más adelante, sin embargo, aquí basta sugerir que es posible dar cuenta de relaciones modales en los modelos de datos (fenoménicos) de nuestras teorías, sin recurrir a naturalezas trascendentes de esas propiedades que excedan lo que esos modelos pueden recoger, es decir, que excedan su mera descripción estructural. Y si en esa descripción de los fenómenos físicos también se agota lo que ‘propiedades’ quiere significar, quien pretenda postular objetos o sustancias que carguen con esas propiedades tiene que enfrentar los problemas que conlleva la subdeterminación metafísica a la que ya me he referido. No es suficiente, por tanto, invocar el principio de rol explicativo para desestimar el REO. Es preciso mostrar con argumentos que ninguna de sus versiones es capaz de satisfacerlo. Creo que no es casualidad que, como veremos en la sección siguiente, en trabajos posteriores Chakravartty pase a considerar que la satisfacción de este principio debe juzgarse pragmáticamente, a partir de la evaluación de los recursos metafísicos necesarios para la formulación de cada versión del REO en particular.

El último de los principios que debería ser satisfecho por el REO, el de simplicidad de los primitivos, exige, estrictamente hablando, que el marco correspondiente a la nueva ontología sea más simple que su antecesor, valiéndose de menos nociones primitivas. El RC tradicional en sus distintas versiones (nominalista o universalista, y las posibilidades que de allí se derivan) nos dota de una batería de conceptos fundamentales a partir de los cuales tratar con la realidad. ¿Nos provee el nuevo marco de un conjunto de conceptos menos oscuro? En principio el simple hecho de que el nuevo marco nos brinda la chance de dar cuenta de aspectos de la física a los que no parecen adaptarse algunas nociones del RC tradicional, podría hacer que nos inclinásemos a dar una respuesta positiva. Sin embargo, Chakravartty sugiere que las nuevas nociones arrastran los mismos inconvenientes que las anteriores; uno bien podría preguntarse si las relaciones son universales o deben entenderse desde una perspectiva nominalista; o cómo, si se observan dos instancias similares de una estructura en distintos momentos, o en laboratorios diferentes pero al unísono, deben ser analizadas respecto de su individualidad. El defensor del REO podría argüir que las dudas originadas a partir de este principio son el producto de tratar las estructuras como si fuesen objetos y que ellas, a diferencia de los objetos, no tienen por qué lidiar con cuestionamientos acerca de, por ejemplo, su individualidad. Pero aunque hay buena parte de verdad en ello, podría tomarse como un intento poco elegante de evadir el

problema con más astucia que rigor argumentativo. En realidad, lo que reaparece aquí es el problema de la dependencia conceptual. La respuesta a la objeción planteada por este tercer principio metodológico es, en esencia, adecuada: el fin de la reificación del concepto de estructura es precisamente evitar ambigüedades respecto de la individualidad al nivel de las nociones fundamentales con las que comprendemos los fenómenos. Lo que se observa en dos laboratorios o en uno, no es una estructura abstracta, sino un conjunto de fenómenos, propiedades observables que podemos juzgar más o menos similares y que sólo entonces piden una caracterización metafísica: ¿debemos considerarlas como un objeto individual, como un no-individuo, o como un aspecto de una red de relaciones objetivas? Lo que sigue resonando y haciendo incómoda la argumentación, es que no podemos dejar de concebir las estructuras sino sirviéndonos del concepto de objeto. El problema de la viabilidad conceptual —conlleve o no una petición de principio por parte de quien lo plantee— es uno de los mayores obstáculos para una posición como la que trato de describir aquí, y es, de hecho, lo que se encuentra detrás de varias de las objeciones clásicas al RE epistémico u óntico: “estructura” parece ser siempre un concepto relativo a un cierto dominio de objetos y al tipo de relaciones que se den entre ellos y se tomen como relevantes; hablar de “la estructura”, sea como el objeto obligado al que se restringe nuestro conocimiento objetivo, sea como lo único que hay, y por ende, donde se resuelve toda objetividad, es siempre pronunciar un discurso vacío. Este es seguramente el problema conceptualmente más desafiante para el REO, pero no un punto metodológicamente insatisfactorio a la hora de evaluar si se acepta o se rechaza el nuevo marco ontológico por cargarnos con un número mayor (o menor) de nociones primitivas; y si consideramos estrictamente la exigencia del principio de simplicidad de los primitivos, no resulta de ningún modo claro que dicho principio no se vea satisfecho. Por su parte, el ED que defiende constituye un intento de desarticular la creencia de que las bases del REO implican la impugnación de buena parte de la metafísica tradicional. En tal sentido, a la luz de lo que he afirmado aquí, puede ser considerado como intento de socavar las razones para pensar que el REO incumple con el principio de simplicidad de los primitivos.

3. El Dilema de Chakravartty

En un reciente trabajo, Chakravartty (2015) retoma con un cariz diferente la idea de que las ontologías estructuralistas implican aceptar nociones primitivas que resultan problemáticas. En este caso el diagnóstico inicial coincide con la idea de que el REO no

cumplimenta el tercero de los principios metodológicos citados, en contraposición a las ontologías tradicionales, cuyos primitivos no parecen estar en discusión. Sin embargo, el rumbo que Chakravartty prescribe a partir de ese resultado es ahora diferente. Entiende que su argumento invita a suscribir un “pragmatismo realista” en el que los compromisos metafísicos refinados asociados a las ontologías de las ciencias especiales sean decididos “aisladamente” (i.e. de forma independiente en cada teoría, ciencia y marco realista específico), mediante una reflexión pragmática.

En la metafísica tradicional, el *lugar* de la causación está en los objetos. Son los objetos, en virtud de sus propiedades, los que permiten dar cuenta del cambio en el mundo. El principal problema de las ontologías estructuralistas, entiende Chakravartty, está en justificar lo que denomina la *tesis de la compatibilidad* entre las ontologías estructuralistas y la causalidad. Las preocupaciones aquí no son diferentes a las que se vinculaban con el principio metodológico de rol explicativo, aunque la estrategia de Chakravartty es en este caso algo diferente. El punto será mostrar que el defensor del REO, en cualquiera de sus versiones, debe incorporar un supuesto indeseable a su posición filosófica, o bien resignarse a rechazar la tesis de la compatibilidad.

Su argumento toma la forma de un dilema, expresado en un patrón de razonamiento en el que, según su mirada, incurren tanto las variantes eliminativistas como no-eliminativistas del REO (Chakravartty 2015: 10):

- i. Dada una versión del estructuralismo, uno debe determinar un posible lugar para la causalidad.
- ii. La evaluación de la plausibilidad de esa propuesta genera un problema o desafío metafísico.
- iii. A fin de resolver el problema, uno debe postular un primitivo ontológico controversial.
- iv. Dilema: aceptar el primitivo ontológico controversial, o rechazar esta versión del estructuralismo.

Este patrón de razonamiento conduce a ambas versiones del REO, en su último paso, a lo que denominaré el *dilema de Chakravartty*: o bien se acepta un primitivo ontológico altamente implausible, o bien la versión correspondiente del REO sucumbe junto con la

tesis de la compatibilidad. Es relevante considerar entonces cómo es que este patrón de razonamiento se instancia respecto de cada una de las versiones.

Comencemos con el eliminativismo de French y Ladyman. Un punto interesante sobre el que Chakravartty llama la atención —y que hemos considerado ya en el capítulo 4— es que el REO eliminativista no propone una inversión del sentido de la dependencia ontológica entre relaciones y relata, sino la completa eliminación de los relata y, con ellos, de la misma relación de dependencia. El tipo de dependencia que sobrevive es en realidad conceptual, el REO admite (como he sugerido en la sección precedente) el uso del vocabulario corriente acerca de objetos e individuos toda vez que se acepte que dicho vocabulario no tiene un referente en el mundo. De ese modo, abrazar la tesis de la compatibilidad implica localizar la causalidad en el sistema mismo de relaciones objetivas, por la sencilla razón de que simplemente *no hay* otro lugar en el que pudiera estar.

Ahora bien, si las relaciones han de ser el lugar para la causalidad en este marco, no puede tratarse de relaciones abstractas, sino concretas, es decir, relaciones que ocurren en el espacio-tiempo. Los principios de la metafísica tradicional indican que una relación es concreta cuando se instancia en individuos concretos, pero claramente ésta no es una posibilidad para el REO eliminativista, puesto que para esta posición no existe tal cosa como individuos concretos. Lo que se necesita aquí es un nuevo primitivo ontológico, una nueva categoría de relación que pueda ser concreta, espacio-temporal y soporte de la causalidad, sin ser una relación entre *nada en particular*. Chakravartty propone el término “relaciones-en-sí-mismas” para nombrar dicho primitivo ontológico. Es entonces cuando el patrón de razonamiento citado más arriba toma forma en esta versión del REO. A fin de brindar un lugar para la causalidad, el eliminativismo necesita que relaciones sin relata puedan ser concretas. Para ello, debe postular un primitivo ontológico controversial, las relaciones-en-sí-mismas. Una posibilidad es entonces aceptar ese primitivo, y salvar así la tesis de la compatibilidad. En este sentido, sus intuiciones previas sobre la inconveniencia de los primitivos necesarios para sustentar el REO parecen haberse relativizado: los primitivos necesarios para formular el REO no resultan en principio inadmisibles, sino sólo a la luz de convicciones previas. Hay entonces una segunda opción para quienes la posibilidad de admitir relaciones-en-sí-mismas en su ontología trasciende lo inteligible o tolerable, a saber, rechazar dicho primitivo sacrificando así la posición eliminativista como un todo.

Es relevante notar que Chakravartty no está brindando un argumento contra el REO eliminativista, sino más bien uno a favor de su pragmatismo realista. La elección entre

ambas posibilidades puede variar según quién las considere, y no hay en principio una opción que resulte adecuada en términos científicos o filosóficos:

Dado que el análisis del costo-beneficio de adoptar o rechazar un nuevo primitivo en estas circunstancias puede variar entre agentes racionales, la decisión no parece estar forzada por razones metafísicas solamente. Y teniendo en cuenta que el eliminativismo no es más que una interpretación del formalismo matemático de la física de partículas, la decisión no parece estar forzada tampoco por razones científicas. (Chakravartty 2015: 11)

Con todo, es preciso notar que los defensores del REOE podrían intentar desarmar el dilema simplemente señalando que las relaciones-en-sí-mismas tengan que tener el estatus de un primitivo ontológico, es decir, intentando clarificar la noción por vía de otros conceptos. Esa estrategia, sin embargo, no parece un camino promisorio. Chakravartty ilustra ese punto convincentemente:

Para la imagen estándar, un estado de cosas en el que las relaciones en ausencia de los relata son concretas es inexplicable, y el eliminativismo no parece presentar ningún recurso explicativo adicional en términos del cual elaborar la afirmación de que tal estado de cosas es posible, mucho menos de cómo sería posible. Por lo tanto, de cualquier forma en que se mire, el estatus metafísico de esta nueva categoría ontológica de relaciones-en-sí-mismas ubicadas espaciotemporalmente parecería ser el de un primitivo. (2015: 11)

Pasemos entonces a las versiones moderadas o no-eliminativistas. En tanto no precinden de los objetos, sostiene Chakravartty, son libres de colocar el peso de la efectividad causal tanto en las relaciones-en-sí-mismas, como en los relata, cuya existencia no niegan. Es claro que si hacen lo primero, caen entonces en el mismo problema que el eliminativismo. La segunda opción, en cambio, permite a las versiones moderadas del REO acomodarse al modo tradicional de dar cuenta de la efectividad causal, y así salvar la tesis de la compatibilidad. Son entonces los individuos, y no las relaciones, los que soportan el peso de la causalidad. Pero el problema aquí, según Chakravartty, consiste en cómo caracterizar la naturaleza de esas entidades de manera puramente extrínseca. Puesto que, “para describir una entidad extrínsecamente, parece requerirse una concepción de algo *anterior con referencia a lo cual* algo pueda contar como externo (...) pero eso es precisamente lo que falta en la propuesta no-

eliminativista” (2015: 12). Las entidades caracterizadas en términos de propiedades extrínsecas deben instituirse entonces como un primitivo ontológico, que denomina “entidades-internamente-extrínsecas”.

Nuevamente, el mismo patrón de razonamiento conduce a un dilema. La tesis de la compatibilidad puede salvarse sólo a expensas de introducir un primitivo ontológico controversial, en este caso, entidades-internamente-extrínsecas. La única alternativa es rechazar dicho primitivo, lo que implica también rechazar la versión no-eliminativista del REO en juego.

La lección que Chakravartty saca de ambas aplicaciones del patrón de razonamiento citado, es que debemos suscribir un pragmatismo realista que sostenga los compromisos básicos del realismo científico respecto de las entidades inobservables, asumiendo a la vez una actitud pragmática respecto de los compromisos metafísicos más refinados sugeridos por posiciones más elaboradas. Respecto de esos compromisos, cabe adoptar actitudes diferentes no sólo entre distintos agentes racionales (según, por ejemplo, sus presupuestos y propósitos particulares) sino también según se esté evaluado una u otra teoría o disciplina científicas.

Sostengo que hay múltiples razones por las que el planteo de Chakravartty es fallido. Comencemos por algunas bastante *generales*. La primera se vincula con la conclusión que acabo de describir. Allí se hace explícito, correctamente, que existen limitaciones particulares de orden pragmático al tipo y grado de compromisos metafísicos que cada quién está dispuesto a asumir. Ahora bien, que *de hecho* tengamos limitaciones pragmáticas respecto del tipo de metafísica que estamos dispuestos a aceptar no implica que esas limitaciones sean relevantes a la hora de dirimir cuáles son los compromisos metafísicos más adecuados para dar cuenta del estatus epistémico de nuestras teorías. Y si en efecto esas limitaciones no son relevantes respecto de la discusión racional de ese tópico, entonces no pasan de ser una observación sociológicamente interesante. Permítaseme dar un ejemplo. El mismo tipo de distinción entre realismo científico y compromisos metafísicos refinados que sustenta este argumento, podría reproducirse en la relación entre el realismo a secas y el realismo científico. Muchos filósofos presentan, en virtud de supuestos previamente aceptados, preferencias e intereses particulares, reservas respecto de comprometerse con la verdad aproximada de la ciencia. Reproduciendo entonces la estrategia del argumento, bastaría entonces con asumir la existencia de un mundo exterior y de los objetos macroscópicos o del sentido común (es decir, un realismo a secas), y dejar los compromisos metafísicos refinados concernientes a las teorías científicas al arbitrio de los criterios pragmáticos particulares. Pero claramente no es ese el modo en que

argumentamos a favor del realismo científico —al menos no es el modo en que el propio Chakravartty lo ha hecho (cf. 2007)—. Por el contrario, pensamos que *independientemente* de los criterios e intereses individuales existen motivos racionalmente válidos para suscribir tal compromiso. Y si bien eso no implica que la discusión racional llegue alguna vez a su fin, ciertamente no abandonamos esa discusión en pro de un *anything goes* pragmático.

Por otra parte, lo que cuenta como un “primitivo controversial” no es una cuestión fácilmente determinable y sin duda depende de intuiciones individuales, por lo que la formulación general del patrón de razonamiento podría también ser puesta en duda.

Pero incluso ignorando todo lo anterior, hay algunas razones *particulares* por las que dicho patrón de razonamiento resulta a mi criterio de dudosa aplicación al caso de las versiones moderadas del REO.

En primer lugar, a la hora de buscar un lugar para la causación en el marco de estas variantes, la opción entre entidades con sus propiedades o relaciones-en-sí-mismas resulta un falso dilema. Como adelanté en el capítulo 4, en el ED que defiende la efectividad causal no está depositada en las entidades, ni en las propiedades, sino en las disposiciones mismas. Podría pensarse, sin embargo que dado que las entidades están constituidas por sus propiedades y éstas por disposiciones, la efectividad causal está depositada *derivativamente* en las entidades. Creo que es al menos dudoso que las relaciones constitución (en este caso, la relación que las propiedades tienen con las disposiciones en razón de estar constituidas por éstas) preserven un mismo tipo de efectividad causal a lo largo de los diferentes niveles de fundamentalidad. No obstante ello, demos por hecho que el disposicionalismo deposita la efectividad causal en las entidades derivativamente. Así y todo, en segundo lugar, que la causalidad sea depositada en las entidades no implica que el REOM deba apelar a la noción de entidades-internamente-extrínsecas: en el ED, la identidad de las disposiciones (y, derivativamente, la de las propiedades y entidades que constituyen) es determinada por un rango de propiedades derivadas que se realizan sobre la base disposicional. De ese modo la identidad es extrínseca, en lugar de ser “intrínseca-extrínseca”.

Tercero, y admitiendo incluso que efectivamente el lugar de la causalidad debe identificarse con entidades-internamente-extrínsecas, creo que Chakravartty no hace lo suficiente para mostrar que el REO no-eliminativista carece de los recursos explicativos necesarios, de modo que su única opción (tal como ocurre con las variantes eliminativistas y su noción de relaciones-en-sí-mismas) sea tomar este concepto como un primitivo. Según entiende

Al proponer una nueva categoría ontológica, [el REOM] se aparta significativamente de las categorías metafísicas estándar. Puesto que nada se puede decir sobre la naturaleza de estas entidades que no parezca invitar a una búsqueda inútil que acabe en la circularidad o el regreso infinito, éstas deben ser tomadas como primitivas. La categoría es inexplicable en las propuestas metafísicas estándar y el no-eliminativismo carece de recursos adicionales en términos de los cuales elaborar la tesis de que tales cosas son ontológicamente defendibles. (Chakravartty 2015: 13)

Si bien es posible que esta imputación sea justa en el caso de las propuestas no-eliminativistas elaboradas hasta ahora, creo que el ED cuenta con las herramientas conceptuales necesarias para dar cuenta explicativamente de la naturaleza puramente relacional de las propiedades fundamentales sin caer en circularidad ni regresión infinita. Los resultados que sustentan esta afirmación tendrán que esperar hasta los capítulos 8 y 9.

Por último, (y, nuevamente, incluso ignorando lo anterior) sostengo que no es obvio que el dilema en cuestión afecte a las ontologías subyacentes al REO no-eliminativista más de lo que afecta a las ontologías clásicas de propiedades categóricas que sustentan el realismo orientado hacia objetos. Recuérdense, por ejemplo, los desarrollos de Armstrong expuestos en el capítulo 3. A partir de una metafísica de propiedades categóricas modalmente inertes, las conexiones necesarias en la naturaleza son explicadas en términos de relaciones entre universales de segundo orden, que a la vez son considerados como universales diádicos de primer orden que se instancian en estados de cosas. Para muchos, estos portadores de efectividad causal podrían ser considerados como “primitivos controversiales”. De hecho el mismo Armstrong no sólo reconoce que la relación N deber ser considerada como un primitivo, sino que admite el carácter polémico de sus postulados metafísicos. Esto no significa que la lección que Chakravartty quiere extraer de su dilema y las consideraciones que lo motivan sea errada. Yo comparto, de hecho, su intuición de que, en campos diferenciados de la ciencia, tal vez sea deseable incorporar al análisis metafísico de nuestros compromisos más refinados consideraciones pragmáticas. Puede que el mismo criterio de selectividad que el realismo científico aplicó a las teorías para dar lugar a versiones sofisticadas (capaces de absorber ciertas críticas) sea aplicable con éxito al tipo de compromisos metafísicos que se asumen. Creo, sin embargo, que la observación de que las construcciones metafísicas que dan cuenta de la modalidad derivan muchas veces en la aceptación de nociones primitivas o tesis controversiales, no puede ser presentada como un diagnóstico focalizado en el estructuralismo científico, sino que por el contrario,

si es adecuada, constituye la descripción de un rasgo común a las posiciones realistas en general.

4. Conclusión

El análisis de dos líneas de argumentación diferentes, correspondientes a dos etapas de la producción crítica de Chakravartty, muestra que la estrategia de socavar el REO por medio de consideraciones metodológicas es fallida. En primer lugar, no se ha hecho lo suficiente para mostrar que el REO incumple algunos principios metodológicos que pueden ser invocados a la hora de justificar una nueva propuesta metafísica. Por otra parte, la imputación de apelar a primitivos controversiales (que se deriva del Dilema de Chakravartty) es, o bien falsa considerada en sentido estricto (al menos respecto del ED), o bien inocua en tanto observación general aplicable a cualquier forma de realismo. Ello no implica que no pueda ocurrir que nuevos argumentos muestren la inviabilidad metodológica del REO, pero considero que lo dicho en este capítulo muestra que, al menos en los términos actuales de la discusión, la vía metodológica no parece un camino promisorio para futuras objeciones.

Capítulo 7. Realismo Estructural Óptico y modalidad

1. Introducción

En el presente capítulo se analizan críticamente dos estrategias para esclarecer la naturaleza modal de las estructuras tal como son concebidas por el REO eliminativista de French (2014) y el disposicionalismo de Esfeld (2009). Ofrezco argumentos para mostrar que la primera es incapaz de brindar una caracterización de las estructuras como entidades inherentemente modales. Concluyo que, por el contrario, dicha posición debe identificarse, *pace* French, con el humanismo. Expongo la crítica de Psillos (2012) a la propuesta de Esfeld y muestro por qué dichas críticas la colocan en un dilema fatal.

2. REOE y modalidad

2.1. Estructuras causales y patrones reales

French & Ladyman (2003a) han presentado el REO eliminativista como comportando un compromiso con una modalidad objetiva, que es equivalente, según afirman, a su propuesta de subvertir el vínculo ontológico entre relaciones y relata, tal como fue concebido por la metafísica tradicional. Es decir, las estructuras del REO son *inherentemente modales*. Asimismo, la causalidad aparece como un rasgo propio de la naturaleza de las estructuras que postulan. Ese punto se ha intentado iluminar, inicialmente, dando cuenta de cómo las estructuras objetivas son en algún sentido *causales*. Dicha idea, sin embargo, no ha sido suficientemente clarificada en los trabajos fundacionales del REO. En ese sentido, Esfeld (2009: 179) señala que “las estructuras con las que el Realismo Estructural Óptico se compromete han sido presentadas por James Ladyman como incluyendo una modalidad primitiva (...), sin embargo, no se ha explicado detalladamente en qué consiste tal modalidad”. Por su parte, Chakravartty (2003), Morganti (2004), y Psillos (2001, 2012a), entre otros, han señalado distintos

motivos por los cuales la idea seminal de una estructura causalmente efectiva está viciada desde el comienzo, o debe ser rechazada por motivos conceptuales o metodológicos. Para comenzar, expondré algunas objeciones adicionales a dicha idea, no consideradas hasta el momento por los críticos.

El discurso temprano de los defensores del REOE tiende a esclarecer la naturaleza modal de las estructuras del REO en términos de su carácter causal. French & Ladyman (2003a: 75) escriben, por ejemplo, que “las relaciones causales constituyen un rasgo fundamental de la estructura del mundo”. Del mismo modo, al explicitar en qué sentido el REOE brinda descripciones puramente estructurales de ciertos procesos microfísicos (como el que tiene lugar entre dos partículas con la misma carga que se repelen mutuamente) French afirma que

el [REOE] tomaría la descripción teórica actualmente aceptada de dicho proceso (...), y simplemente insistiría en que en lugar de pensar en esa descripción en términos de objetos físicos que interactúan causalmente, debemos brindar una descripción puramente estructural que involucre relaciones causales. (French 2006: 181)

Ahora bien, ¿cómo puede una caracterización estructural de un proceso dar cuenta de vínculos causales? Los escritos tempranos del REOE no dan cuenta ese problema. Pero cabe pensar en dos posibles soluciones. La primera puede resumirse del siguiente modo: el hecho de que un proceso sea causal consiste en que causa y efecto muestran una continuidad estructural, es decir, no hay preservación de aspectos cualitativos, pero sí de la estructura a lo largo del proceso. Russell (1948) ha explorado este camino, aunque él mismo reconocía que ciertos procesos casuales, como por ejemplo la explosión de una bomba, no parecen involucrar ningún tipo de continuidad estructural entre causa y efecto. En cualquier caso, el defensor del REOE podría argüir que basta con que éste sea un relato aceptable para los procesos microfísicos fundamentales. Considero, no obstante, que no lo es. Hay dos razones para ello. En primer lugar, el modo de asegurar continuidad estructural entre causa y efecto debe consistir en postular un vínculo metafísico que garantice una relación de isomorfismo entre ambos. Es decir, más allá de que causa y efecto sean cualitativamente diferentes, lo relevante respecto de su relación causal debe agotarse en su isomorfismo. Pero si ese es el caso, entonces causa y efecto resultan indistinguibles, puesto que dos estructuras isomórficas lo son. Podría argüirse que pese a ser estructuralmente indistinguibles, causa y efecto pueden diferenciarse cualitativamente. Pero esa jugada destruye la pretensión de caracterizar

el vínculo causal en términos puramente estructurales. Si la causalidad es un vínculo puramente estructural, tanto dicho vínculo como la determinación del rol correspondiente (i.e. cuál es la causa y cuál el efecto) dentro de la relación, deben poder determinarse en base a consideraciones exclusivamente estructurales. Este problema podría evitarse apelando a propiedades espacio-temporales, forzando la distinción entre estructuras isomórficas por vía de su locación en el espacio y el tiempo. Sin embargo, el REOE no sólo se encuentra ahora ante el problema de esclarecer en qué consiste la locación espacio temporal de una pura estructura, sino ante la dificultad de caracterizar las propiedades espacio-temporales como propiedades puramente estructurales.

Una segunda alternativa, adelantada ya en el capítulo 6, consiste en la adopción del *estructuralismo causal*. Según Hawthorne, la esencia de una propiedad no debe pensarse como algo diferente de su perfil causal, por el contrario

existe para cada propiedad fundamental, un perfil causal que constituye la esencia individual de dicha propiedad. Es decir, el perfil es a la vez necesario y suficiente para cada propiedad. (El perfil correspondiente, debe tenerse en cuenta, puede incluir hechos acerca de cómo una propiedad figura como un efecto, así como acerca de cómo figura como una causa). (Hawthorne 2001: 362)

De ese modo, la identificación de una propiedad con su perfil causal evita toda referencia a quidditas o esencias individuales para propiedades. Asimismo, prescindir de todo aspecto intrínseco en la determinación de la identidad de los componentes de un proceso causal, parece poder dar cuenta de cómo causa y efecto se agotan en puras relaciones, es decir, pura estructura. Variantes de esta estrategia constituyen el camino más frecuente para desarrollar versiones no-eliminativistas del REO, entre ellas el ED que defiende en estas páginas. Sin embargo, sostengo, el estructuralismo causal no es un camino posible para el REOE. Esto se debe a que la posición presentada por Hawthorne constituye, ante todo, un realismo acerca de propiedades. Que las propiedades están definidas a partir de su perfil causal significa que debe rechazarse el quidditismo y cualquier otra forma de identificación no vinculada a la efectividad de las propiedades, pero su perfil causal no es algo que goce de existencia previa o independencia ontológica. Las propiedades no supervienen a su perfil causal, por el contrario, el perfil causal aparece con la existencia de la misma propiedad. El *locus* del estructuralismo causal son las propiedades, no la estructura. El REOE podría intentar refinar esa estrategia apelando a una metafísica disposicionalista, y afirmar así que las

propiedades son reducibles a poderes o disposiciones que son, en sí mismos, nada más que una red de relaciones entre posibles instancias de propiedades. Esta caracterización mínima de las disposiciones podría, al modo del ED y otras formas de REOM, hacer sentido de la noción de una estructura causalmente efectiva. Sin embargo, el disposicionalismo tampoco es un camino posible para el REOE, por la simple razón de que sus compromisos metafísicos restituyen el compromiso ontológico con las propiedades y los objetos. Si bien dicho compromiso los expresa ahora como entidades derivadas de la estructura fundamental, el REOE requiere más que la mera dependencia ontológica, requiere su *completa eliminación* de la ontología. Es por ello que si bien el disposicionalismo puede resultar una opción promisorio para las variantes moderadas del REO, no lo es para el eliminativismo. En la sección siguiente veremos algunos de los problemas que surgen al incorporar el disposicionalismo a las versiones no-eliminativistas del REO.

El intento de esclarecer la naturaleza modal de las estructuras en términos de relaciones causales se encuentra ausente en la literatura más madura del REO. Ladyman & Ross (2007: 259) admiten que la causalidad no es un rasgo fundamental de las estructuras descritas por la física, ni tiene por qué encontrarse entre los compromisos básicos del REOE. Con todo, la postulación de estructuras modales sigue siendo la piedra de toque de su posición:

[El compromiso básico del REOE afirma] que hay relaciones modales independientes de la mente entre los fenómenos (tanto posibles como actuales), pero estas relaciones no supervienen a las propiedades de los objetos observables y las relaciones externas entre ellos. Más bien, esta estructura es ontológicamente básica. Esto es suficiente para que el realismo estructural se distinga tanto del realismo estándar como del empirismo constructivo. (Ladyman & Ross 2007: 128)

Ese compromiso se extiende, por supuesto, al plano inobservable, pero nuevamente, lo que allí hay no son entidades, sino una estructura que ahora es entendida en términos de *patrones reales*: “no es necesario nada más para [caracterizar] la existencia de una estructura que el hecho de que ésta consiste en un patrón real” (2007: 178). La modalidad objetiva es representada formalmente por estructuras matemáticas, pero a nivel de lo que denominan “el modo material” de la realidad, lo único que encontramos son patrones reales. Es por ello que, dado el carácter eliminativista de su posición, afirman que “desde el punto de vista metafísico, lo que existe son solamente patrones reales”. La noción de *patrón real* está tomada de Dennett (1991), quien la utiliza para

sustentar un realismo acerca del carácter objetivo de las creencias. Se trata en realidad de un concepto propio de las ciencias de la información, que indica la posibilidad de realizar una descripción de cierto cuerpo de datos, que sea más eficiente que su transcripción por medio del método estándar de mapas de bits. Intuitivamente, si determinado conjunto de datos (por ejemplo, una imagen) puede computarse de manera más eficiente que a través de la mera transmisión de cada uno de los bits que lo componen, el algoritmo que permite tal transmisión corresponde a la identificación de un *patrón real* en los datos. Extrapolando esta noción, Ladyman & Ross sostienen que, del mismo modo, los modelos científicos (i.e. estructuras formales) identifican ciertos patrones reales en los datos empíricos. La noción de *eficacia* propia de la transmisión de información computacional es reemplazada aquí por la de *proyectabilidad*: las regularidades representadas por los modelos son proyectables, en el sentido de que justifican inferencias tanto acerca de lo inobservable como de lo observado. El problema conceptual central del REOE, tratado ya en varios puntos de este trabajo, reaparece aquí bajo la forma de una nueva pregunta: ¿acerca de qué es la información que los patrones reales portan? Según Ladyman & Ross (2007: 227), “la respuesta a esta pregunta sólo puede ser: acerca de otros patrones reales”, lo que significa que, en esencia, el REOE “niega que los patrones reales se resuelvan ‘en el fondo’ de la realidad en individuos auto-subsistentes, (...) sólo podemos entender lo que los individuos son con referencia a las propiedades de los patrones reales” (2007: 229).

Esta rápida revisión de la doctrina de patrones reales, a pesar de omitir detalles relevantes para su formulación completa, es suficiente para evaluar su aceptabilidad general como opción para el REOE. Aceptabilidad que, sostengo, queda socavada por dos consideraciones básicas.

En primer lugar, el recurso de los patrones reales en el marco del REOE cambia el problema tradicional de la inviabilidad conceptual de las estructuras como componentes básicos de la realidad, por el problema del *regreso infinito de los patrones*. En el contexto de las ciencias de la información, los patrones reales constituyen modos de presentación de ciertas “piezas de información”. Esas piezas de información que los patrones codifican pueden incluir, por supuesto, otros patrones reales. Es ese el principio que permite, entre otras cosas, la compresión de archivos informáticos a un menor tamaño, e incluso la compresión de otros archivos que han sido previamente comprimidos. Pero en última instancia, hay una unidad de información irreductible, el bit, una unidad del sistema binario, la pieza mínima de información que una máquina de Turing puede computar. En el escenario del REOM, no hay tal unidad irreductible: “para poner el asunto de la manera más cruda y simple posible: lo que hay son patrones reales hasta

el fondo [*al the way down*]” (Ladyman & Ross 2007: 228). No hay entonces nada sustantivo que sostenga la realidad de los patrones, éstos se reducen a más patrones, y así *ad infinitum*. Nótese que este es un problema bien diferente al presentado por la objeción de inviabilidad conceptual. Uno puede negarse a aceptar la inteligibilidad de la noción de una estructura ontológicamente primaria respecto de sus relata. O puede cuestionar que las estructuras así concebidas puedan tener efectivamente realidad física. Pero si aceptan esos supuestos, las estructuras del REOE son un punto de partida sustantivo para la fundamentación de la realidad descrita por la física. Los patrones reales, en cambio, hacen caer su propio carácter fundamental en un pozo sin fondo. De ese modo, es difícil ver cómo los compromisos ontológicos de la física fundamental pueden esclarecerse por medio de una noción que, por principio, no remite a fundamento alguno.

Pero incluso dejando a un lado esta cuestión, hay un segundo motivo por el que la doctrina de los patrones reales falla en su aplicación al REOE. Supongamos que entendemos adecuadamente en qué sentido las estructuras son fundamentales, y cómo los individuos pueden ser eliminados sin problemas de la ontología. Demos por hecho, además, que la naturaleza de esas estructuras puede esclarecerse satisfactoriamente en términos de patrones reales, y que éstos no socavan la fundamentalidad de las estructuras ni conducen a un regreso infinito.

Así y todo, estos patrones no son más que “senderos” que pueden ser identificados en un conjunto de datos, y postularlos como reales, o incluso fundamentales, no implica automáticamente adjudicarles un carácter modal. Es por ello que Ladyman & Ross (2007: 233) incluyen la proyectabilidad como un rasgo *esencial* de los patrones reales. Usualmente, la proyectabilidad de un patrón, es decir, su capacidad de soportar contrafácticos, es considerada una consecuencia del hecho de que dicho patrón *está definido por* ciertas conexiones necesarias. No es el patrón en sí mismo lo que garantiza inferencias a partir de él, sino el hecho de que el “sendero” que traza en los datos está constituido por conexiones necesarias. De ese modo el carácter modal tendría que ser justificado mediante un argumento, y no es en absoluto claro qué argumento podría ser. Es sin dudas ese hecho el que motiva a Ladyman & Ross (2007: 233) a incluir la proyectabilidad como parte de la definición misma de patrón real. Este punto será relevante para mi objeción principal contra esta posición.

Pero antes, reparemos en que el hecho de que el patrón esté constituido por relaciones necesarias o proyectables abre una vieja pregunta: ¿conexiones necesarias entre qué? El problema es que, a diferencia de lo que ocurre en el caso de la objeción conceptual, el defensor del REOE no puede simplemente impugnar la pregunta como una petición

de principio contra su posición. Su jugada, en cambio, puede consistir en señalar que no se necesita aquí un *locus* para dichas relaciones, y que éstas pueden ser concebidas como relaciones sin relata. Pero así y todo, nos debe un relato acerca de qué significa que esas relaciones son necesarias, y qué las distingue de relaciones contingentes. En este escenario, considero que las perspectivas de solucionar dicho problema y establecer una distinción conceptualmente aceptable entre relaciones necesarias y contingentes parecen ser bastante pobres. En un conjunto cualquiera de datos pueden trazarse diversos patrones de modo arbitrario. Si dicho conjunto de datos es ampliado, sólo algunos de esos patrones se mantendrán, y nuevos patrones emergerán. Afirmar que los patrones reales son los que están constituidos por relaciones necesarias es en realidad una tautología, puesto que estar constituido por relaciones necesarias es equivalente a ser proyectable, y, como hemos visto, ser proyectable es parte de la definición de 'patrón real'. De este modo, la doctrina de los patrones reales falla en dos aspectos centrales. Primero, no puede brindar una distinción clara entre patrones constituidos por relaciones necesarias y patrones constituidos por relaciones contingentes. Segundo (y más importante), hace de la modalidad inmanente de las estructuras una cuestión decidida *a priori*. El carácter modal adjudicado a las estructuras tiene como única justificación consideraciones acerca de *definiciones*: las estructuras son definidas en términos de patrones reales, éstos se definen como proyectables, y su carácter modal se justifica apelando a su proyectabilidad.

Pero, persiste, además, el problema de la constitución, que podemos rebautizar aquí como el problema del *locus de la necesidad*. Los patrones reales están constituidos, como hemos visto, por otros patrones reales, *ad infinitum*, ¿dónde residen entonces las relaciones, y dónde es que efectivamente se asienta la necesidad? Del mismo modo que la noción misma de patrón real carece de un fundamento ontológico último, la necesidad inmanente a un patrón parece carecer de fundamento en el mismo sentido. La modalidad de un patrón ha de residir en la información que éste codifica, pero esa información es acerca de otros patrones, por lo que, razonablemente, el carácter necesario de ese patrón puede considerarse fundamentado en aquellos patrones cuya información se codifica. Claro que, si ese es el caso, lo mismo puede decirse de cada patrón considerado, *ad infinitum*.

No debemos soslayar, además, que la metáfora del patrón es la preferida por los humeanos, es decir, por quienes niegan la existencia de conexiones necesarias en la naturaleza. Un patrón es nada más que una regularidad capaz de ser identificada por la indagación empírica. Como hemos visto, algunos (e.g. Psillos 2014) sostienen que, concebidos de cierto modo, los patrones son incluso capaces de ser proyectados

inductivamente. Pero el punto del humanismo es que nada de ello implica que los patrones comporten modalidad. Un patrón no es una ruta de conexiones necesarias, sino, por el contrario, un mero accidente. Si bien esta analogía no es un punto determinante contra el carácter modal de los patrones reales, las consideraciones esbozadas más arriba me llevan a concluir que la estrategia de caracterizar las estructuras en términos de patrones reales no ofrece ni puede ofrecer un relato satisfactorio del carácter modal de esas estructuras.

2.2. Leyes, simetrías y la estructura del mundo

El intento más sofisticado de dar cuenta de la naturaleza modal de las estructuras corresponde a French (2014). Sumariamente, su argumentación señala que no son sólo las relaciones las portadoras de modalidad, sino las leyes y simetrías reveladas por la física. El truco aquí consiste en profundizar el compromiso estructuralista: en casi todas las concepciones realistas acerca de las leyes, éstas dependen de algún otro sustrato (propiedades, individuos, patrones regulares, etc.), por el contrario, en el marco del REOE de French son las leyes y simetrías, en tanto “aspectos fundamentales de la estructura del mundo” (French 2014: 17) las que tienen primacía ontológica. La cuestión relativa al genuino carácter “nomológico” de esta doctrina será tratada recién en el capítulo 9, por lo que la presente sección hace foco en la cuestión específica de la modalidad. Cabe aclarar que esa circunstancia me obliga, sin embargo, a emprender un análisis que será necesariamente fragmentario. Según esta articulación del REOE, las estructuras deben ser identificadas con las leyes y simetrías descritas por la física. La modalidad, tal como todo lo demás, se reduce a dichas leyes y simetrías, por lo que cualquier tratamiento del problema de la modalidad que no se centre en la problemática de las leyes no constituye un análisis radical de la cuestión.

Con todo, considero que las tesis de French comportan al menos tres serios inconvenientes en lo relativo a su justificación del carácter modal de las estructuras. Mis objeciones a los compromisos modales del REOE de French son entonces las siguientes.

En primer lugar, su caracterización de la estructura fundamental parece chocar con una de las pretensiones básicas del REOE, a saber, la eliminación de todo elemento no estructural de la ontología. Para French (2014: 142) la estructura “son las leyes y simetrías de nuestras teorías físicas contemporáneas, entendidas de modo metafísicamente adecuado por vía de las nociones de dependencia, y entendida como modalmente informada”. Ahora bien, no es fácil comprender las simetrías por fuera de

la noción de invariancia bajo un grupo de transformaciones, y no es claro qué significa entenderlas “de modo metafísicamente adecuado”, dado que, en principio, ello parece independiente del lenguaje de la teoría de grupos u otro formalismo semejante. Con todo, el verdadero problema es que French agrega condiciones iniciales como otro elemento de la estructura del mundo, es decir,

valores específicos de ciertas propiedades, tales como la masa de los quarks o la carga en los electrones. Estos pueden ser considerados como algo similar a las condiciones iniciales que especifican la naturaleza de este mundo, en contraste con otros mundos posibles en los que las leyes pertinentes (...) se cumplen. (French 2014: 286)

Sin condiciones iniciales el engranaje modal del mundo no puede echarse a andar, por lo que la estructura del mundo tiene un elemento irreductible: valores específicos para ciertas propiedades. Pero el mismo French reconoce que dichos valores “no pueden ser obtenidos a partir de dichas simetrías y sus leyes asociadas” (2014: 194). Pero si la estructura del mundo debe identificarse con las leyes y simetrías, y las condiciones iniciales no son reducibles a ellas, constituyen entonces un elemento no estructural que French se ve obligado a admitir como parte de la estructura del mundo. En otras palabras, no es cierto que *todo* elemento no estructural es eliminado en favor de estructuras.

Un segundo aspecto conflictivo consiste en que la postulación de las leyes y simetrías como constituyentes ontológicos básicos y portadores de modalidad no permite recoger un aspecto elemental que debería estar presente en toda forma de RM, a saber, la posibilidad de dar cuenta de modo no trivial del valor de verdad de enunciados contrafácticos. En particular, dada su tesis de la primacía ontológica de las leyes, esta versión del REO carece de la posibilidad de asignar de modo no trivial valores de verdad a contrafácticos acerca del comportamiento de entidades de nuestro mundo bajo otras leyes, o entidades no presentes en nuestro mundo bajo las leyes del mundo actual. Dichos contrafácticos se tornan trivialmente verdaderos dado que su antecedente es siempre falso en virtud del supuesto ontológico de la primacía de las leyes en el siguiente sentido: las propiedades del mundo actual presuponen las leyes sobre las que se realizan, puesto que, de no existir dichas leyes, tampoco existirían las propiedades en cuestión. Además, las leyes y simetrías no podrían aplicarse a propiedades diferentes de las que constituyen, porque si las propiedades dependen de las leyes y simetrías,

trivialmente, bajo la vigencia de ciertas leyes y simetrías particulares sólo las propiedades específicas que éstas producen pueden existir.

Pero este cuadro es aún más grave cuando alcanza las instancias de propiedades. Como hemos visto, los valores particulares para las propiedades que las leyes correlacionan no pueden ser fijados o derivados a partir de dichas leyes, lo que, concluyo, implica la presencia de elementos no reducibles a la estructura fundamental. Con todo, sea que sus *valores específicos* resulten derivables o no a partir de las leyes, las instancias particulares de propiedades deben poder reducirse ontológicamente a la estructura constituida por las leyes y simetrías descritas por la física. Nótese que no se trata siquiera de que las instancias de propiedades *dependen* de la estructura; hacer una afirmación en tal sentido sólo puede ser, en el marco del REOE, uno modo de hablar. La estructura del mundo agota todo cuanto existe, por lo que nada puede depender de ella. Esta circunstancia resulta altamente problemática. Considérese por ejemplo la ley de Coulomb, que establece que la magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de la magnitud de ambas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Dicha ley relaciona propiedades que pueden adquirir valores específicos. Según la propuesta metafísica del REOE, la ley misma (junto con las simetrías y principios de conservación asociados) es ontológicamente primaria tanto respecto de las propiedades que relaciona como de sus instancias particulares. Es decir, incluso referirse a dos cargas con valores específicos constituye un modo de hablar de la estructura real a la que pueden ser reducidas, i.e. de las leyes y simetrías. Pero entonces, ¿qué sentido puede tener afirmar que el valor de ciertas fuerzas particulares *hubiera sido mayor* si la distancia que las separa *hubiese sido menor*? Para que los valores fuesen diferentes, aquello que los constituye, aquello en lo que se agota su existencia, debería haber sido diferente. Pero las propiedades en juego y sus instancias específicas no son individuos ontológicamente autónomos, de hecho no existen en lo absoluto, por lo que deben caracterizarse como ciertos aspectos de la estructura del mundo. Las propiedades y sus instancias deben poder disolverse en la estructura básica constituida por las leyes y simetrías. Si las propiedades y sus instancias particulares son *nada más* que aspectos de la estructura del mundo, ésta última debería ser diferente para que las primeras lo fueran. Pero si la ley de Coulomb fuese diferente, ni la carga ni la fuerza en tanto propiedades, ni valores específicos que dichas magnitudes pudieran adquirir, existirían del modo en que lo hacen en el mundo actual, puesto que por hipótesis son sólo aspectos o “escorzos” de la ley. De ese modo,

todo enunciado contrafáctico aparece como vacuamente verdadero considerado bajo los presupuestos metafísicos del REOE de French.

En tercer y último lugar (y en estrecha relación con la dificultad recién señalada), sostengo que toda la doctrina del REOE falla en brindar una caracterización inherentemente modal de las estructuras. Por el contrario, le atribuyo una posición que puede identificarse con el humeanismo.

Quisiera sugerir, en primer lugar, una nueva mirada sobre las posiciones metafísicas que se alinean en la herencia de Hume. El hecho de que las propuestas humeanas en general se presenten postulando los objetos, individuos o propiedades como las entidades básicas que constituyen la realidad no implica que ese sea un rasgo necesario para la formulación de dichas posiciones. Sin dudas es el modo corriente y ciertamente más natural de sentar sus bases: individuos causalmente inertes concebidos bajo la ya célebre metáfora del mosaico. Sin embargo, según entiendo, el punto central del humeanismo no reside en *qué tipo* de entidades resultan ser los constituyentes básicos de la realidad, sino en el hecho de que *no existen en la naturaleza conexiones necesarias*. Es ese el rasgo central de las posiciones humeanas. Establecida esa distinción puede verse que la tesis de la prioridad ontológica de las relaciones sobre los relata no es incompatible con una metafísica humeana. Mientras dichas relaciones sean instancias contingentes de la estructura básica del mundo en las que las propiedades e individuos aparecen (sea que se considere que estos últimos son constituyentes legítimos del mundo, como ocurre en el contexto del REO no-eliminativista, sea que se los trate como meras “abreviaturas” de relaciones objetivas, como ocurre en las posiciones eliminativistas), una ontología estructuralista puede formularse en el marco del humeanismo.

Considero entonces, contra French, que el REO eliminativista no sólo no es capaz de dar cuenta satisfactoriamente del carácter inherentemente modal de las estructuras, sino que se trata, a pesar de su apariencia, de una posición estructuralista que no logra escapar del marco humeano. Mi argumento es el siguiente. Imaginemos un mundo muy simple, en el que un puñado de individuos instancian ciertas propiedades P según un conjunto de leyes y simetrías LS. Esta es en realidad una descripción estándar del mundo en cuestión. Una que resulte coherente con los principios metafísicos del REOE debería indicar que el discurso acerca de dichos individuos y acerca de P es en realidad un modo de hablar que simplifica la referencia a la verdadera materia prima de este mundo, es decir, LS. Dado ese escenario y los presupuestos metafísicos en juego, todo contrafáctico referente a dichos “individuos” y sus propiedades se hace (consistentemente con el resultado referido más arriba) vacuamente verdadero, puesto

que queda atado al supuesto ontológico de base acerca de la primacía de LS. La pregunta relevante entonces es qué ocurre con contrafácticos respecto de los constituyentes legítimos de este mundo posible, i.e. las relaciones mismas expresadas en LS. Esta y no otra es la pregunta relevante, puesto que todo contrafáctico que refiera a individuos o propiedades debe ser entendido como un enunciado que refiere en realidad a la estructura del mundo, es decir, a LS.

Por lo tanto, cualquier enunciado contrafáctico, sea cual fuere su asunto, remite finalmente a circunstancias alternativas respecto de la estructura del mundo. Ahora bien, ¿podría la estructura de ese mundo ser diferente a como de hecho es? De ser así, ¿sería la estructura de ese mismo mundo? La respuesta de French es que la plasticidad ontológica de las relaciones está limitada por las leyes y simetrías entendidas como aspectos de la estructura del mundo. En nuestro ejemplo, las relaciones básicas están codificadas en LS. Y el problema aquí es que la respuesta es ahora trivialmente afirmativa: LS podría haber sido un conjunto diferente. Existe la posibilidad lógica de que las leyes y simetrías fuesen ligera o radicalmente diferentes a como son en el mundo actual, y nada de lo que French sostiene parece poder limitar esa posibilidad. Pero el caso es que si LS fuese diferente, tanto los “individuos” que pueblan el mundo como los elementos de P serían también diferentes. El único tipo de necesidad que el REOE puede reclamar para LS no es nomológica ni metafísica, sino meramente analítica: si todo lo que el mundo es debe identificarse con LS, es necesario que LS sea como es para que el mundo sea como es. Pero ello no es más que afirmar que si $M_{@} = LS$, y $LS \neq LS^*$, entonces $M_{@} \neq LS^*$. Más allá de la identidad entre el mundo y su estructura, las leyes y simetrías son simplemente un *factum*. Y puesto que tanto los “individuos” como P se reducen a LS, si éstas últimas son un mero *factum*, los primeros también los son. Eso no es otra cosa que humanismo. En este marco calificar las leyes y simetrías como “inherentemente modales” es más una expresión de deseo que una caracterización positiva. Si bien considero que este argumento es concluyente, estas consideraciones se ampliarán en el capítulo 9 cuando aborde la cuestión del realismo nomológico.

3. REOM y modalidad

3.1. El disposicionalismo como una forma de estructuralismo

Esfeld (2009) fue uno de los primeros en abordar de manera sistemática el desafío de brindar un relato acerca de la naturaleza modal de las estructuras. De hecho, como hemos visto, la formulación más explícita de dicho reto se le atribuye, a pesar de que la preocupación por el carácter modal de las estructuras haya sido expresada previamente

por varios críticos. Su apuesta consiste en abandonar el REOE en favor de una versión moderada que no niega existencia a los objetos, sino los considera dependientes de una estructura más fundamental:

las estructuras físicas son redes de relaciones físicas concretas y cualitativas entre objetos, que son nada más que aquello que sostiene estas relaciones, es decir, los objetos no poseen una identidad intrínseca más allá de las relaciones en las que se encuentran. [Esas] estructuras físicas fundamentales son estructuras causales que dan cuenta de la necesidad de las leyes físicas y dan lugar a las conexiones necesarias en la naturaleza. (Esfeld 2009: 180)

Con este esbozo entre manos, Esfeld se aboca a mostrar como su disposicionalismo es capaz de dar sentido a varios fenómenos descritos por la física fundamental, en especial al entrelazamiento cuántico en la versión de Ghirardi, Rimini y Weber.

Pero el proyecto disposicionalista no fue profundizado ni extendido más allá de esta sugerencia inicial²⁷. Quizás la principal razón para este breve recorrido sea un conjunto de objeciones que Psillos (2012) dirige a la posibilidad de aplicar el estructuralismo causal al REO. La primera y más relevante señala que el REOM de Esfeld propone una metafísica que (i) presenta problemas al menos tan serios como la metafísica rival que pretende desplazar, y (ii) fracasa en constituirse como un auténtico estructuralismo metafísico. En efecto, la mayor motivación para el estructuralismo causal consiste en evitar el quidditismo asociado a la metafísica de propiedades categóricas, sin embargo, según Psillos, “el estructuralismo causal reemplaza *quiddidad* por *totalitas*” (2012:176). Además, como la solución a este problema parece residir en que al menos la identidad de algunas propiedades se fija en relación a elementos no estructurales, el estructuralismo causal se convierte en un *hipoestructuralismo*. Psillos alza además una segunda objeción, relativa a las consecuencias epistémicas del estructuralismo causal. Pero para comprender cabalmente ambas objeciones, y sentar las bases para el desarrollo de una forma de disposicionalismo capaz de superarlas, propongo que nos detengamos brevemente en algunos de los fundamentos y problemas básicos de la metafísica de las disposiciones.

²⁷ Tan sólo fue puesto en un marco más general en Esfeld & Lam (2010), y relacionado con las interpretaciones rivales de la mecánica cuántica en Esfeld (2013), pero sin adiciones sustantivas a su formulación original.

3.2. *Propiedades, poderes e identidad*

El debate metafísico tradicional tiende a reconocer que la esencia individual de una propiedad es algo diferente de su perfil causal, es decir, una propiedad es algo más que lo que ella hace o puede hacer. Esta posición suele identificarse como aquella que defiende la existencia de propiedades categóricas, o más directamente como *categoricalismo*. Dada su lejanía con el realismo modal, el *categoricalismo* se prefiere especialmente (aunque no de modo excluyente) en el marco de la metafísica humeana (e.g. Psillos 1999, Lewis 2009). La mayor preocupación en torno al *categoricalismo* es la doctrina asociada del quidditismo, que surge como consecuencia de su caracterización de las propiedades. Si el perfil causal no agota la identidad, entonces dos propiedades distintas podrían compartir exactamente el mismo perfil causal. Pero entonces aquello que las distingue debe ser una esencia individual, una *quidditas*.

El estructuralismo causal, como ya hemos visto, afirma que no hay nada que fije la identidad de una propiedad más allá de su perfil causal. Una propiedad es, entonces, tan sólo lo que ella hace o puede hacer. Aunque la idea de que el elemento disposicional es ineliminable, algunas versiones de esta posición son más fuertes que otras. Según las versiones débiles o mixtas, como las defendidas por Ellis (2002) y Molnar (2003), no todas las propiedades naturales fundamentales son esencialmente disposicionales. Contrariamente, una versión más fuerte habitualmente conocida como Monismo Disposicional, o simplemente *Disposicionalismo*, sostiene que *todas* las propiedades naturales fundamentales son esencialmente disposicionales (e.g. Bird 2007 y Mumford 2004).

Aunque existe una motivación científica para el disposicionalismo, basada en el carácter radicalmente disposicional de propiedades fundamentales como el spin y la carga eléctrica (e.g. Molnar 1999), los principales argumentos en su favor son anti-quidditistas. Revisemos los tres más relevantes.

El *argumento epistemológico* señala que si dos propiedades diferentes A y B comparten el mismo perfil causal, no existe un modo de determinar si una u otra son la causa de algún evento observable. Este argumento adquiere especial relevancia en contextos donde el naturalismo es suscripto o al menos visto con simpatía: si el quiddismo es cierto, hay aspectos del mundo natural (de hecho, los más fundamentales) que resultan por principio inaccesibles a la investigación empírica.

El *argumento semántico* comparte el punto de partida en cuanto a la posibilidad de que dos propiedades diferentes tengan un mismo perfil causal. En este caso, el problema que el argumento señala es que muchos de los enunciados científicos aceptados

resultarían falsos o, lo que es peor, serían semánticamente indeterminados. Retomando nuestras propiedades A y B, supongamos que la investigación empírica nos llevara a suscribir el siguiente enunciado: “todas las instancias de O son causadas por A”. Pero el caso, en realidad, es que muchas de ellas son causadas por B, cuya única diferencia con A reside en una quidditas inaccesible. Resultaría entonces que dicho enunciado y las leyes en las que este figure serían falsos. Pero, además, todo enunciado o ley que incluya la presuposición de que O tienen una *única* causa fallaría en referir, por lo que en buena medida la ciencia quedaría presa de una indeterminación semántica.

Por último, el *argumento metafísico* contra el quidditismo sostiene que éste —y por ende, el categorialismo— acaba comprometiéndose con mundos posibles indistinguibles. Esto tiene dos consecuencias potencialmente indeseables. La primera es la misma noción de mundos posibles físicamente indistinguibles pero metafísicamente diferentes a la que el quidditismo conduce. Esta idea puede parecer de por sí extraña y filosóficamente inflacionaria. Pero el segundo y mayor problema consiste en la imposibilidad en principio de conocer la verdadera naturaleza del mundo actual. De ese modo, la cuestión de cuál mundo se trata entre el abanico de (infinitos) muchos posibles físicamente indistinguibles del nuestro queda metafísicamente subdeterminada. Lewis (2009) acepta ese resultado abrazando una forma de *humildad epistémica*. Volveremos sobre eso en el tratamiento de las objeciones de Psillos al REOM de Esfeld.

Suficiente por los argumentos a favor del disposicionalismo. Esta posición ha sido blanco de un sinnúmero de críticas. Dado que en este trabajo defenderé una versión particular del disposicionalismo entendido como tesis monista —es decir, como la tesis que afirma que todas las propiedades naturales fundamentales son disposicionales— me concentraré aquí en aquellas objeciones alzadas contra esta versión. Las más relevantes apuntan, por una parte, a la dificultad de caracterizar la identidad de una propiedad exclusivamente en términos de sus relaciones con otras propiedades, siendo que éstas, a su vez, han de adquirir identidad del mismo modo. Por otra parte, otras críticas se dirigen al hecho de que ciertas propiedades estructurales que resultan físicamente relevantes no parecen poder ser capturadas en nociones meramente disposicionales.

La primera de esas objeciones imputa un regreso infinito o circularidad en la determinación de las identidades de las propiedades. Es conocida también como el

argumento *always packing never traveling* (APNT)²⁸. El siguiente pasaje de Armstrong da cuenta de la naturaleza del problema, como así también de su curioso nombre:

¿Es posible que todo sea potencia, y que el acto sea el simple desplazamiento de potencias? (...) Dada una teoría puramente disposicionalista acerca de las propiedades, los particulares parecen estar siempre haciendo nuevamente sus maletas a medida que cambian sus propiedades, sin embargo, nunca emprenden un viaje de la potencia al acto. Puesto que el "acto", según este punto de vista, no es más que una potencia diferente. (Armstrong 1997: 80)

Este problema tiene en realidad dos aspectos que, hasta donde me consta, no han sido diferenciados por los críticos. En primer lugar, la circunstancia de que para que ocurra la manifestación de un poder —i.e. su viaje de potencia a acto—, lo que se requiere es la manifestación de otros poderes, hace que el sistema completo, considerado holísticamente, no resulte de hecho causalmente efectivo, a pesar de su caracterización puramente modal. Es decir, un sistema disposicional no puede dar cuenta globalmente de la efectividad causal. No hace falta remarcar lo delicado de este punto en el marco del REOM. Pero, en segundo término, el problema afecta incluso la posibilidad de individuar poderes singulares. La identidad de un poder descansa en aquello para lo cual es potencia. Pero ello no está determinado intrínsecamente, sino sólo por sus relaciones con otros poderes. De ello resulta no sólo una dificultad en cuanto a su pasaje al acto, sino la imposibilidad de que un poder adquiera identidad como tal. La respuesta más usual a este problema sigue la línea argumental de Bird (2007), para quien ni la circularidad ni el regreso al infinito implican la imposibilidad de que los poderes adquieran holísticamente identidad. En pocas palabras, son los mismos patrones que las relaciones mutuas configuran los que permiten dar una identidad completa a cada uno de los "nodos" en los que consisten los poderes (2007:146). Como veremos en breve, dicha estrategia ha sido cuestionada por Lowe (2010).

Además del argumento APNT, hay una segunda objeción relevante para el disposicionalismo que tiene su origen, así como algunos de los argumentos que lo

²⁸ Cabe recordar que una preocupación en esta línea es la que motiva a Chakravartty (2015) a afirmar que el REOM necesita postular un primitivo ontológico contencioso relativo a la identidad de las propiedades fundamentales. La respuesta que ensayaré en el capítulo siguiente puede considerarse un modo de atender tanto al argumento aquí presentado como al Dilema de Chakravartty.

motivan, en resultados científicos. La imputación es que hay algunas propiedades estructurales de orden superior cuya naturaleza no parece poder describirse exhaustivamente en términos disposicionales. Los ejemplos más mentados son las propiedades de los sistemas cuánticos, las propiedades espaciotemporales y aquellas relacionadas con conservación de cantidades gobernada por principios de simetría. Si bien estos ejemplos corresponden a contextos científicos en los cuales dichas propiedades se muestran relevantes físicamente, este cuestionamiento se inscribe en un debate más amplio acerca de la posibilidad de dar cuenta en términos disposicionales de propiedades estructurales (matemáticas o geométricas). Tomemos el caso de los principios de simetría. Toda simetría continua de un sistema aislado tiene una cantidad asociada que es conservada. A la simetría rotacional del espacio, por ejemplo, corresponde la conservación del momento angular. Estos principios de simetría imponen restricciones sobre las leyes de conservación, se trata, en términos de Lange (2009), de meta-leyes que gobiernan leyes de menor nivel de generalidad. Los principios de simetría, a diferencia de las leyes corrientes, expresan propiedades estructurales, relaciones matemáticas de invariancia; y en el caso de los sistemas cuánticos, tienen un rol crucial en la identificación de las partículas. Sin embargo, a diferencia de las leyes de orden inferior, no es posible caracterizarlas en términos puramente disposicionales. La solución de Bird (2007:213) es considerarlas pseudo-leyes que en tanto estructuras de fondo (*background structures*) probablemente puedan ser eliminadas en formulaciones futuras de la física fundamental. French (2014) considera que la imposibilidad de brindar una caracterización disposicional de los principios de simetría es, dada su importancia en la física de partículas, la principal razón para abandonar el disposicionalismo.

[B]ajo la idea de que los principios de simetría y leyes de conservación juegan un papel restrictivo con respecto a las leyes corrientes o estándar, dichas leyes y simetrías presentan un obvio problema para el disposicionalismo. (...) [El disposicionalista] no puede aceptar este tipo de restricciones, ya que sostiene que las leyes sobre las que éstas operan deben su necesidad a las propiedades disposicionales que las fundamentan, por lo tanto, simplemente no hay espacio en su metafísica para más restricciones. (...) Dada la importancia de las simetrías (y leyes de conservación) en la física moderna, esta conclusión podría tomarse como una forma de *reductio* de toda la empresa disposicionalista. (French 2014: 249)

Algo semejante acontece con las propiedades geométricas que definen las especies moleculares. Su reducción a las interacciones conocidas en la química cuántica por vía de relaciones inter-teóricas es casi universalmente reconocida como imposible (cf. Hendry 2010:184). Y si bien muchos apuestan por una reducción ontológica (Hendry 2010; Llored 2012) el desafío de brindar una caracterización disposicional parece aquí insuperable. Volveremos sobre ambos puntos más adelante.

4. El dilema de la identidad

Retomemos entonces las objeciones de Psillos al disposicionalismo de Esfeld a la luz de estas consideraciones. Recordemos que la primera objeción tiene dos partes. Primero, afirma que el disposicionalismo tiene problemas al menos tan graves como el categorialismo; segundo, sostiene que de hecho fracasa como caracterización metafísica de las propiedades. El primer punto no es otro que el del argumento APNT, del que Psillos extrae la conclusión adicional de que una caracterización holística de la identidad de las propiedades constituye un presupuesto tan indeseable como el quidditismo:

nada se gana sustituyéndolas [las quidditas] por una más misteriosa red holística de relaciones entre propiedades, que se supone que debe de conferirles identidad, sin que al final de cuentas acabe identificando a ninguna de ellas. Las quidditas no se eliminan, se convierten en una *totalitas* global. (Psillos 2012:175)

El problema básico que aquí se identifica es la imposibilidad de determinar conjuntamente la identidad de todas las propiedades disposicionales²⁹. A este respecto, Psillos recupera la solución de Bird a la que me he referido más arriba:

[S]i tenemos en cuenta que las propiedades fundamentales son estructuradas por la relación asimétrica, no-irreflexiva entre un poder y la propiedad esencial que manifiesta, entonces podemos ver que podría haber un número cualquiera de propiedades fundamentales, representadas por los

²⁹ Nótese, dicho sea de paso, que Psillos recupera aquí sólo una de las caras del argumento APNT, omitiendo la cuestión de cómo es que un sistema de puras potencialidades puede activarse causalmente.

vértices de los grafos dirigidos que pueden contener bucles. (Bird 2007:143)³⁰

El punto de Bird es que si la estructura instanciada por las disposiciones y sus manifestaciones tiene ciertas propiedades formales, puede garantizarse que cada disposición, representada en teoría de grafos por medio de vértices, adquiera una identidad unívoca de manera puramente extrínseca. Psillos acepta de buen grado esa solución, pero concluye que conduce a un segundo problema:

El estructuralismo causal (del tipo discutido aquí) en efecto ofrece condiciones de individuación para poderes causales que adquieren su identidad en virtud de su lugar en una red de perfiles causales, a condición de que *algunas* propiedades o relaciones (o, de hecho, la propia red), obtengan su identidad independientemente de su lugar en esta red. (...) La conclusión es que el estructuralismo causal termina siendo *hipoestructuralismo* causal. (Psillos 2012:176)

El compromiso estructuralista parece secundario respecto de la necesidad de postular elementos no estructurales que no pueden ser incorporados al cuadro disposicionalista. Este punto resulta suficientemente preocupante para el disposicionalista, y no veo cómo podría evadirse en el marco de la propuesta de Esfeld —tal vez ello explique en parte por qué no se ha dedicado a responder estas objeciones—, pero la cuestión tiene un aspecto todavía más amenazador. La conclusión de Psillos, problemática como es para esta posición, descansa todavía en la aceptación de la solución propuesta por Bird al problema del argumento APNT, en el sentido de que *aun aceptando* dicha solución, el disposicionalismo colapsa en un hipoestructuralismo³¹. Pero como ya he señalado, no resulta obvio que dicha solución deba ser aceptada en primer lugar. Según Lowe,

si los poderes son siempre individuados al menos en parte por *otros poderes*, no puede haber garantía de que todos los poderes en un mundo posible sean completamente individuados, porque ‘dos’ poderes pueden estar en la misma

³⁰ Un grafo dirigido o *digrafo* es un tipo de grafo en el cual las aristas tienen un sentido definido, a diferencia del grafo no dirigido, en el cual las aristas son relaciones simétricas y no apuntan en ningún sentido.

³¹ Es importante ver que se trata de problemas independientes. Este punto será relevante respecto de la defensa del ED.

relación estructural-disposicional respecto de todos los 'otros' poderes, de modo tal que nada en la estructura determina *cuál* poder de entre todos ellos es. Sin dudas es inútil proclamar como una verdad *a priori* que la estructura disposicional de cualquier mundo posible *debe* exhibir asimetrías que permitan asignar a cada poder en ese mundo una posición única en la estructura (Lowe 2010:18)

En pocas palabras, las propiedades estructurales que permitirían dotar de una identidad unívoca a cada poder —asimetría, no-irreflexividad— no son una característica necesaria de cualquier estructura disposicional. Si bien el disposicionalista podría ensayar algún argumento para rebatir la crítica de Lowe y restaurar la identidad holística, parece estar atrapado en un dilema fatal: si su solución al problema presentado por Lowe respecto del argumento APNT es defendible, su posición colapsa en el hipoestructuralismo; y si no lo es, fracasa como concepción estructural de las propiedades naturales. Llamo a este problema el *Dilema de la Identidad*.

Psillos alza una segunda objeción, que por su peso apenas merece una mención aquí. El argumento señala que (i) el disposicionalismo reemplaza la humildad epistémica del categoricismo por *audacia epistémica*, es decir, la tesis de que *todas* las propiedades pueden ser conocidas, pero (ii) lo hace sólo nominalmente, puesto que la humildad epistémica persiste respecto de las propiedades que no tienen efectos en nosotros (2012:176-77). Ambos puntos descansan, según entiendo, en una confusión entre cognoscibilidad *de hecho* y cognoscibilidad *en principio*. La humildad epistémica asociada al quidditismo no afirma que la naturaleza última de todas las propiedades nos esté vedada dadas ciertas circunstancias contingentes, sino que es incognoscible *en principio*, es decir, que su condición no depende de ciertas condiciones fácticas que puedan o no darse. De ese modo, su tesis contraria, la audacia epistémica, ha de señalar que la naturaleza de todas las propiedades es cognoscible *en principio*. Ello no implica que dada una propiedad deban darse, o vayan a darse alguna vez las condiciones para que podamos detectarla, sino que es empíricamente posible detectarla (directa o indirectamente) por medios empíricos. Esa puede resultar una tesis discutible, pero no una que deba ser rechazada porque “incluso sin mucha reflexión (...) parece ser demasiado fuerte” (Psillos 2012: 176).

Algo semejante puede ser dicho respecto de (ii), en este caso, en razón de involucrar una confusión entre la posibilidad de conocer propiedades de modo directo (como por ejemplo, el calor o el rojo de una manzana), con la de detectar una propiedad por medios experimentales. De hecho, buena parte de las propiedades investigadas por la ciencia

son detectadas experimentalmente por medio indirectos, es decir, por una cadena causal que sólo en su último eslabón es capaz de tener un efecto en nuestros sentidos. Si se admite la tesis de que toda propiedad es cognoscible en principio, en el sentido de poder ser detectada por medios experimentales, no queda ya lugar en el disposicionalismo para el tipo de humildad epistémica que Psillos denuncia en (ii). Nuevamente, la idea que de toda propiedad natural sea (en principio) detectable experimentalmente puede ser racionalmente cuestionada, pero se requiere para ello un argumento y no un mero diagnóstico de implausibilidad.

Con todo, considero que el dilema de la identidad constituye un obstáculo insalvable para el disposicionalismo defendido por Esfeld. Pero, como procuraré mostrar en el capítulo siguiente, no es esa la circunstancia respecto del ED.

5. Conclusión

En el presente capítulo procuré mostrar que diversas estrategias ensayadas para justificar el carácter modal de las estructuras físicas resultan inadecuadas. El recurso de los patrones reales empleado por Ladyman & Ross no es una vía satisfactoria para caracterizar el *locus* de la modalidad en una ontología de estructuras. Además, la adaptación de dicha noción al morco del REOE implica varios problemas conceptuales, entre ellos, una regresión infinita que socava la pretendida fundamentalidad de las estructuras. Por su parte, el eliminativismo de French no corre mejor suerte reemplazando patrones reales por leyes y simetrías como componentes últimos de la realidad. Nuevamente, diversos problemas conceptuales aparecen como consecuencia de implementar este recurso. Además, y todavía más grave, la doctrina de French puede ser plausiblemente calificada como una forma de humeanismo: más allá de sus dificultades para dar cuenta de ciertos contrafácticos, la postulación de las simetrías y leyes como un mero *factum* sobre el que se erige todo el ordenamiento metafísico de la realidad coloca a esta posición en las antípodas del RM. Por su parte, el disposicionalismo, tal como es presentado por Esfeld, sucumbe ante lo que he llamado el dilema de la identidad. Puesto que, o bien es incapaz de brindar una respuesta satisfactoria al argumento APNT, o bien colapsa en una forma de *hipoestructuralismo*.

Capítulo 8. Las bases metafísicas del Estructuralismo Disposicional

1. Introducción

El ED no ha sido definido hasta aquí sino en sus aspectos más generales, y si bien en el capítulo 4 he esbozado algunos lineamientos que permiten diferenciarlo del disposicionalismo de Esfeld, el modo preciso en que éstos han de desarrollarse y cómo esos desarrollos son capaces de constituirlo como una variante superadora son temas de este capítulo y los subsiguientes. En tal sentido expongo en detalle los fundamentos metafísicos del ED, haciendo foco en una caracterización modal de las estructuras físicas en términos de disposiciones. Muestro que una nueva noción de dependencia ontológica es capaz de lidiar con los principales problemas de las versiones previas del REOM. Por último, exploro la posibilidad de complementar el ED con una teoría de los universales platonista, y una aristotélica.

2. Estructuralismo Disposicionalista y modalidad

Una buena manera de comenzar a delinear un nuevo disposicionalismo es identificar cuáles de los componentes de la propuesta de Esfeld, y del estructuralismo causal en general, son los principales sospechosos respecto de los problemas presentados en el capítulo anterior. Mi apuesta es la siguiente: buena parte de los resultados problemáticos del estructuralismo causal se vinculan con su postulación de una noción inadecuada de dependencia ontológica. Sostengo, además, que esa noción arrastra sus problemas también a sus compromisos nomológicos. Por el contrario, una noción más refinada de dependencia permitiría evitar dichos problemas, dar cuenta de modo más

preciso y acabado del compromiso del disposicionalismo con las leyes naturales, y brindar una explicación metafísicamente plausible y científicamente informada de cómo los objetos dependen de la estructura disposicional fundamental.

Recordemos que el estructuralismo causal de Esfeld, en tanto una forma de REOM, admite la existencia de los objetos, pero sostiene que dependen ontológicamente de la estructura disposicional fundamental en el siguiente sentido: los objetos no tienen existencia ni identidad más allá de las relaciones en las que se encuentran (Esfeld 2009: 180). Antes de avanzar con los detalles de mi propuesta, veamos cuáles son los puntos de dicha noción de dependencia ontológica que considero conflictivos.

(a) *Caracterización del disposicionalismo*: Los objetos no son nada más que “intersecciones” de relaciones modales objetivas entre propiedades disposicionales, sean estas fundamentales o no. Su existencia e identidad deriva de la estructura disposicional fundamental, como así también la existencia y la identidad de todas las propiedades no fundamentales. Ahora bien, si la identidad de toda propiedad no fundamental deriva de sus relaciones con la estructura fundamental, entonces toda propiedad no fundamental es disposicional, pues, en este contexto donde el quidditismo es impugnado, ‘deriva de’ debe entenderse como ‘se agota en’. Es por ello que estas variantes del estructuralismo causal aceptan el monismo disposicional no sólo respecto de todas las propiedades fundamentales, sino respecto de todas las propiedades (fundamentales o no). Pero es importante notar que esa aceptación deriva de sus compromisos previos, concretamente, de su adopción del monismo disposicional y su noción de dependencia ontológica. Como hemos visto, esta caracterización del disposicionalismo conduce a los problemas conocidos. El monismo disposicional debe lidiar con el argumento APNT, y por ende con el dilema de la identidad. De hecho, la caracterización del estructuralismo causal por medio de la mencionada noción de dependencia ontológica *conduce* a dicho dilema.

(b) *Imposibilidad de un monismo disposicionalista restringido a las propiedades fundamentales*: una de las tesis centrales del REOM codificado en términos de disposiciones, es que la estructura fundamental del mundo es disposicional, es decir, constituida sólo por propiedades esencialmente disposicionales. En otras palabras, el estructuralismo causal en versión de Esfeld se compromete con un monismo disposicionalista que, como hemos visto, se define canónicamente a partir de las propiedades fundamentales. Como deja de manifiesto el punto anterior, ese compromiso implica, por vía de la noción asociada de dependencia ontológica, un

monismo disposicionalista que podríamos llamar *holista*. Es decir, la afirmación de que las propiedades fundamentales son disposicionales implica la afirmación del carácter disposicional de todas las propiedades. Pero, por las razones expuestas en el capítulo anterior, este monismo disposicional resulta imposible de suscribir sin socavar la propia posición que lo enmarca. Si es un puro monismo disposicionalista, entonces cae presa del dilema de la identidad. Pero, si en cambio admite propiedades fundamentales no disposicionales que quiebren el dilema, entonces no es ya un monismo disposicionalista.

(c) *Un curioso papel para las simetrías*: Las simetrías de orden superior que, según la física moderna, dan cuenta de las leyes de conservación, no pueden por obvias razones ser identificadas con la estructura disposicional fundamental. Si en efecto se les reconoce un papel relevante, éste está por encima de las propiedades fundamentales, asegurando (por ejemplo) que la energía se mantenga constante en todas las interacciones de las partículas elementales. Ahora bien, según los principios del disposicionalismo, si no son parte de la estructura fundamental, deben depender ontológicamente de ella, es decir, deben adquirir su existencia y su identidad a partir de ella. Pero las simetrías, en tanto propiedades estructurales, no pueden ser disposicionales ni pueden ser individuadas disposicionalmente. Además, si es que (como lo afirman las interpretaciones más populares de la física moderna) tienen un rol relevante respecto de las leyes de menor nivel de generalidad y los eventos gobernados por éstas, este rol tampoco puede identificarse con una relación causal. Ni disposicionales ni causales, las simetrías y sus correspondientes leyes de conservación son relegadas al papel de meros patrones matemáticamente descriptibles. La posibilidad de que tengan alguna interpretación física, algún rol relevante respecto de sus instancias queda así socavada³².

(d) *Estructura y objetos*: como ya he señalado, si los objetos dependen de la estructura fundamental para comenzar a existir y adquirir identidad, entonces han de heredar su carácter disposicional. Pero si las propiedades no fundamentales que constituyen los objetos son también disposicionales, nos adentramos ante el problema señalado por el argumento ATNP y el dilema de la identidad. En otras palabras, dada la relación de dependencia ontológica disponible, afirmar que todas las propiedades y objetos dependen de la estructura disposicional conduce a resultados fatales para el REOM. Quedan entonces dos opciones disponibles. La primera es afirmar que los objetos (o al

³² Un desarrollo más detallado de este punto puede ser encontrado en el capítulo siguiente.

menos algunos de ellos) son ontológicamente primarios respecto de la estructura. Este camino soluciona cada uno de los problemas que tenemos entre manos, pero con la consecuencia de sepultar el REO y devolvernos a una metafísica de propiedades categóricas. Y nadie en este debate parece estar dispuesto a pagar un costo tan alto. La segunda opción es postular una dependencia ontológica mutua entre la estructura y los objetos. Chakravartty (2015: 7) sugiere lateralmente esta posibilidad. El problema es que la dependencia ontológica, tal como es caracterizada en este contexto (i.e., constitución de una estructura disposicional por vía de las relaciones entre propiedades, e identificación de esas propiedades según el “lugar” que ocupan en esa estructura) es entendida como una relación de *prioridad ontológica*. Y es universalmente admitido que la prioridad ontológica es una relación de orden estricto, es decir, una relación asimétrica, irreflexiva y transitiva. Por lo que en tanto la dependencia se conciba como una relación de prioridad ontológica ésta no es siquiera una opción. En resumen: la relación de dependencia ontológica entre la estructura disposicional y los objetos podría correr *hacia arriba* (los objetos dependen de la estructura), *hacia abajo* (la estructura depende de los objetos) o en ambas direcciones. Dado que la dependencia ontológica es considerada una relación de prioridad ontológica, la última opción es inadmisibles en tanto viola una de las propiedades lógicas de dicha relación (i.e. asimetría). La dependencia *hacia arriba* conduce al dilema de la identidad y demás problemas conceptuales y empíricos ya mencionados. Por último, la dependencia *hacia abajo* implica resignar la tesis central del REOM. Concluyo que la relación de dependencia ontológica postulada por las versiones actuales del REOM (es decir, las asociadas al estructuralismo causal) termina por socavar la plausibilidad de toda la posición.

Además de estos aspectos problemáticos, la noción de dependencia ontológica produce algunos “daños colaterales” en el modo en que el estructuralismo causal da cuenta de las leyes naturales. Si bien este problema será abordado en detalle en el capítulo siguiente, quisiera esbozar aquí su naturaleza. Brevemente, el curioso papel que los principios de simetría adquieren en esta posición incluye, entre otras características potencialmente indeseables, la negación de su carácter nomológico, e incluso de su naturaleza modal. Ese rasgo es especialmente problemático si se tiene en cuenta la centralidad que los principios de simetría y sus leyes asociadas tienen en la física moderna. Asimismo, relegar dichos principios a la categoría de meras coincidencias, o regularidades inexplicadas parece atentar contra el espíritu mismo de una posición que se ocupa de elaborar un complejo aparato metafísico *precisamente* para dar cuenta del carácter modal de las regularidades naturales. El problema se extiende, de hecho, a

toda regularidad vinculada de modo esencial a propiedades estructurales. Entiendo que estos aspectos problemáticos son consecuencia de una noción inadecuada de lo nomológico, que es a su vez producto de una mala noción de dependencia ontológica. Un disposicionalismo plausible debe poder expresarse en un RN capaz de incorporar un relato positivo de la dimensión nomológica de los principios de simetría, y de aquellas leyes que involucran propiedades estructurales en general. Volveré sobre este punto más adelante.

Mi principal sugerencia respecto de los problemas consignados hasta aquí consiste en señalar la necesidad de dos distinciones en el seno de la noción de dependencia tal como se la concibe en el estructuralismo causal. Sostengo que debemos distinguir, en primer lugar, entre *dependencia ontológica* y *prioridad ontológica*. La segunda es, según mi propuesta, una relación de orden estricto, la primera, en cambio admite simetría. El problema aquí es precisamente el señalado en el ítem (d): el estructuralismo causal define la relación de dependencia ontológica de los objetos respecto de la estructura de modo tal que los objetos deben a ésta tanto su existencia como su identidad. De ese modo, la relación de dependencia ontológica aparece como una de orden estricto, es decir, transitiva, irreflexiva y *asimétrica*. Es aquí donde la primera distinción introducida hace su trabajo, precisando los compromisos que debe asumir el REOM, a saber, un compromiso con la tesis de que las estructuras son *ontológicamente primarias* respecto de los objetos. Esa tesis es la piedra de toque del ED. Sumariamente, mi aporte consiste en señalar que, una vez reconocida la prioridad ontológica la estructura fundamental respecto de los objetos, todavía queda lugar para sostener que existe un sentido interesante en el que ambos son, ontológicamente, mutuamente dependientes.

Ahora bien, en tanto y en cuanto no operemos algún cambio en la caracterización de la noción de dependencia ontológica, ésta seguirá siendo una relación de orden estricto. Si ese es el caso, las diferencias conceptuales que podamos encontrar no aparecen más que como meras sutilezas semánticas que no resultan suficientes para trazar una distinción relevante entre dicha noción y la de prioridad ontológica.

Es por ello que propongo una segunda distinción, esta vez *dentro* de la misma noción de dependencia ontológica, entre lo que denomino *dependencia respecto de la existencia* y *dependencia respecto de la identidad*³³. Llamémoslas, respectivamente,

³³ Este segundo tipo de relación de dependencia también podría llamarse *dependencia respecto de la individuación* o *dependencia respecto de la identificación*, en consonancia con la sugerencia de Hintikka & Hintikka (1989) respecto de que la identificación y la individuación son en realidad dos caras de la misma moneda. Evito 'identificación' por su cercanía a nociones epistémicas e 'individuación' en razón de los problemas que dicha noción tiene en

dependencia-E y *dependencia-I*. Esta distinción se replica en la postulación de dos tipos de dependencia ontológica, una *asimétrica* (dependencia-OA) —que se corresponde con la noción de dependencia del estructuralismo causal de Esfeld— y una *simétrica* (dependencia-OS), que será la postulada por el ED para caracterizar la relación entre la estructura disposicional y los objetos que dependen de ella.

Más en detalle, sean X e Y dos entidades cualesquiera, decimos que Y depende-OA de X si y sólo si

Y depende-E de X, y

Y depende-I de X.

Por el contrario, decimos que Y depende-OS de X si y sólo si

Y depende-E de X, y

X depende-I de Y.

Ambas relaciones implican prioridad ontológica —en este caso, de X respecto de Y—, pero la realizan de modo diferente; aunque respetando en ambos casos el hecho de que la prioridad ontológica es un orden estricto (y por lo tanto, asimétrica).

Con estas precisiones entre manos podemos comenzar a esclarecer con mayor cuidado los compromisos del ED que defiendo en estas páginas.

El ED sostiene que los objetos dependen-OS de la estructura disposicional fundamental en el siguiente sentido: existen lo que denomino *propiedades secundarias* o *derivadas* que dependen-E de la estructura disposicional fundamental. Pero, a su vez, dicha estructura disposicional depende-I de aquellas propiedades secundarias. Más precisamente, diremos que las propiedades secundarias son *realizadas* por la estructura fundamental, y que son causal (o nomológicamente) nóveles respecto de dicha estructura, en el sentido de poder *determinar* algún aspecto de la estructura fundamental. Concretamente, sostengo que las propiedades secundarias otorgan identidad a las propiedades disposicionales fundamentales. Ambas nociones (realización y carácter causal/nomológicamente novel) requieren de aclaraciones ulteriores. Baste decir por ahora que la noción de *realización* puede ser pensada del

la interpretación de la física cuántica, aun cuando, como veremos, el tipo de dependencia que postulo se aplica a las propiedades de la estructura básica y no a las entidades cuánticas en sí mismas.

modo estándar en que se la utiliza en el marco de las concepciones funcionalistas en filosofía de la mente. En cuanto al carácter causal o nomológicamente novel de las propiedades secundarias, el sentido primario que le doy aquí (también en consonancia con su uso en el ámbito de la filosofía de la mente) es el de un conjunto de propiedades cuya autonomía se evidencia en la posibilidad de actuar como agentes de determinación descendente. Si bien esta caracterización puede ayudar a elucidar el sentido más elemental de mi propuesta, es todavía incompleta, principalmente en lo que respecta a la noción de novedad nomológica, que será abordada en el capítulo siguiente.

Continuemos entonces poniendo carne en los huesos del ED. He dicho que una de sus tesis básicas es que sobre la estructura disposicional se realizan propiedades derivadas que dependen-E de ella. Pero que a su vez, la estructura disposicional depende-I de esas propiedades. La naturaleza de la estructura disposicional fundamental ha sido descrita en sus líneas generales en el capítulo 4, y revisada durante la exposición de las bases conceptuales del disposicionalismo y su aplicación al debate acerca del REO. Las propiedades secundarias que dicha estructura realiza, por el contrario, ameritan un tratamiento más cuidadoso. Si bien se dirá más en la sección y capítulo siguientes, por ahora afirmo que dichas propiedades tienen tres características fundamentales. Primero, son *semidisposicionales*. Ello no implica que se trate de propiedades categóricas: tienen un componente disposicional, en tanto obtienen su existencia de la estructura disposicional fundamental, y un componente *cualitativo* en tanto su identidad es fijada por la instanciación de un universal (es decir, no depende exclusivamente de lo que dicha propiedad puede *hacer*). Segundo, son *estructurales* (por el momento, este rasgo puede ser pensado a partir del sentido intuitivo en que concebimos las propiedades geométricas como *estructurales*; el sentido preciso de su carácter estructural será desarrollado y esclarecido mediante ejemplos en el capítulo siguiente). Tercero, son *causal/nomológicamente nóveles* respecto de la estructura fundamental, lo que significa que resultan capaces tanto de dar identidad a propiedades de la estructura básica como de dar cuenta de su efectivización.

El resultado es un mecanismo de mutua dependencia ontológica caracterizado a partir de las nociones de dependencia-E y dependencia-I, que da sentido tanto al hecho de que la estructura disposicional es ontológicamente primaria respecto de los objetos, como de que éstos tienen una existencia lo suficientemente robusta como para no admitir su eliminación. Esa es la noción que denominé dependencia-OS más arriba. De hecho puede pensarse incluso que las formulaciones previas del REOM son moderadas sólo nominalmente, puesto que si los objetos son ontológicamente *reducibles sin pérdida* a meras disposiciones, el conservar un discurso sustantivo acerca de ellos

parece no ser más que (en el mejor de los casos) un recurso pragmáticamente conveniente. Por otra parte, el ED es capaz de dar cuenta de manera satisfactoria del carácter físico de la estructura fundamental, quedando a salvo de las imputaciones de colapso en una metafísica pitagórica. Las nociones requeridas para su formulación son, como adelanté en el capítulo 4, coherentes con algunas intuiciones propias de la metafísica tradicional, frecuentemente invocadas para dar cuenta de los compromisos de la física a lo largo de su desarrollo. Por lo tanto, resultan adecuadas para una caracterización satisfactoria de lo físico a partir del enfoque C/D, presentado en el capítulo 5.

En la sección siguiente adelantaré algunas objeciones preliminares al ED, y revisaré su efectividad respecto de algunos de los problemas conocidos de las ontologías estructuralistas.

3. Dependencia ontológica y el dilema de la identidad

Una posible reserva respecto del tipo de relación de dependencia postulada por el ED podría expresarse en una de las objeciones de Lowe contra la posibilidad general de articular ontologías relacionales. Su punto es el siguiente. Si K es una variable para clase natural, “dos K s distintas no pueden cada una determinar qué K la otra es, porque a menos que ya esté determinado qué K una de ellas es, esta K no puede fijar la identidad de la otra” (Lowe 2012: 229). Sin embargo, vista más de cerca esta objeción no pone en peligro la propuesta del ED por varios motivos.

Primero, el punto de Lowe es que una entidad no puede recibir su identidad de otra que no tenga identidad (porque, por ejemplo, debe recibirla de la segunda). Sin embargo, lo que las propiedades derivadas reciben de la estructura disposicional no es su identidad sino su *existencia*. Su identidad no depende de la estructura fundamental, sino del hecho de que, como veremos en la sección siguiente, configuran patrones que instancian un universal. Segundo, incluso si lo que se quisiese mostrar respecto del ED es que una entidad no puede recibir su existencia de otra que existe pero no tiene todavía identidad, no parece haber al respecto, al menos hasta donde puedo ver, ninguna intuición determinante. Al menos, un argumento en ese sentido debería formularse. Y no es claro, demás, cuáles podrían ser sus bases. Al respecto debe tenerse en cuenta que cuando se afirma que algo no puede recibir su existencia de otra cosa que todavía no tiene identidad, el significado de ‘todavía’ debe ser profundamente relativizado como una mera forma de expresión.

Tercero, y en estrecha relación con lo anterior, ha de notarse que la relación de dependencia ontológica, caracterizada como dependencia-E y dependencia-I entre la estructura fundamental y las propiedades derivadas, no relata un fenómeno dinámico o temporal. Claro que las relaciones entre ambas se dan en el tiempo (después de todo se trata de brindar un relato acerca de la efectividad causal de la estructura fundamental), pero lo que dicha relación describe no es su desarrollo a lo largo del tiempo sino sus condiciones de existencia. De ese modo, las propiedades derivadas se realizan sobre la estructura fundamental dando identidad a dicha estructura, que existe como estructura disposicionalmente individuada en la medida en que realiza dichas propiedades. Eso no anula, por supuesto, la prioridad ontológica. Dicha prioridad, sin embargo, no debe entenderse en términos modales o causales. En otras palabras, no se trata de que la estructura podría existir *qua* estructura no individuada aunque las propiedades derivadas no se realizasen en ella. La relación de prioridad debe ser pensada como una de *fundamentación*, es decir, una relación no modal/causal de prioridad ontológica. El ejemplo paradigmático de este tipo de relación es la que Aristóteles guarda con el conjunto unitario {Aristóteles}. Aristóteles existe en todo mundo posible en que {Aristóteles} existe, y viceversa, por lo que no hay un mundo posible en el que sólo uno de ellos exista. Sin embargo, es obvio que {Aristóteles} existe *en virtud de que* Aristóteles existe. En tal sentido se afirma que Aristóteles *fundamenta* o es ontológicamente prioritario respecto de {Aristóteles}³⁴.

Cuarto, debe recordarse que la noción de realización implica cierta independencia de la identidad de las propiedades realizadas sobre la base realizadora. No importa del todo cuál es la identidad de esa base para considerar la identidad de lo realizado. La circunstancia descrita podría pensarse como un caso extremo en el que, para dar cuenta de la identidad de las propiedades realizadas, no debemos siquiera asumir que la base tiene *alguna* identidad.

Más allá del problema de Lowe, las relaciones de dependencia postuladas por el ED dejan lugar (al menos) a dos preocupaciones adicionales. Una de ellas refiere al modo en que las propiedades derivadas adquieren identidad a partir de universales, la otra, a cómo es que la estructura fundamental llega a existir y manifestarse. La primera de estas cuestiones deberá esperar a la sección siguiente, y recibirá allí dos respuestas posibles. La segunda consiste, a su vez, en dos preguntas que tienen relativa independencia. Una de ellas no es otra que una de las caras del argumento APTN, a saber, cómo es que las

³⁴ Para un desarrollo amplio de la relación de prioridad ontológica como *fundamentación*, véase Fine (2012)

disposiciones básicas se efectivizan si son meras potencias que necesitan de algo que las active. Como hemos visto, la respuesta está a la mano. Son las propiedades derivadas que, en virtud de su carácter causal/nomológicamente novel, son capaces de individuar y activar los poderes. La segunda pregunta es más profunda y no encontrará una respuesta definitiva: ¿cómo es que la estructura disposicional básica llega a existir en primer lugar? Algo que vale recordar al respecto es que el ED intenta constituirse como una metafísica del mundo físico, partiendo de la convicción de que éste existe de modo independiente de la mente. No es, en cambio, una metafísica que pretenda dar cuenta de cómo es que tal cosa es posible, o de por qué ese es de hecho el caso. Claro que esto no constituye una auténtica respuesta, pero en tal sentido puede apelarse a un argumento *de la buena compañía*. El ED no es en ese aspecto diferente de ninguna otra forma de realismo estructural, científico, y ni siquiera de la mayor parte de las posiciones que ejemplifican el realismo como postura general respecto del mundo exterior.

Veamos entonces cómo es que el ED lidia con las objeciones de Psillos, codificadas en lo que hemos llamado *dilema de la identidad*, es decir, con el hecho de que el ED, o bien cae en las redes del argumento APNT, o bien debe convertirse en *hipoestructuralismo*.

Recordemos que el argumento APNT señala en realidad dos problemas para una ontología que presuponga el monismo disposicional. Uno respecto de la posibilidad de que un sistema de puras disposiciones pase de la potencia al acto, y otro (diferente, aunque íntimamente relacionado) respecto de la individuación de las disposiciones. Ambas cuestiones quedan zanjadas por el ED. Las propiedades derivadas que se realizan sobre la estructura fundamental son causal/nomológicamente nóveles, lo que permite activar la manifestación de propiedades básicas y comenzar la cadena de identificación. Como hemos visto, el modo en que caracterizo la noción de dependencia ontológica dentro del ED garantiza que la tesis de la primacía ontológica de la estructura no sea puesta en jaque por la posibilidad de que algunas disposiciones fundamentales sean individuadas por propiedades derivadas.

Si ese punto se concede, queda entonces en pie el segundo cuerno del dilema, según el cual el ED ha de colapsar en una forma de hipoestructuralismo. Antes de preguntarnos si ese es el caso, es conveniente detenernos en una cuestión previa, a saber, ¿qué significa mostrar que una posición estructuralista es en realidad hipoestructuralista? Psillos no define explícitamente la noción, pero su modo de plantear la cuestión hace obvio que se relaciona con la introducción de elementos no estructurales, particularmente, con aquellos necesarios para identificar las disposiciones. Pero eso no tiene por qué ser un problema. El REOM se caracteriza,

precisamente, por su admisión de elementos no estructurales en la ontología. El punto conflictivo estaría ligado entonces al hecho de que los componentes estructurales queden relegados en el marco de una propuesta, o que su importancia relativa disminuya en comparación con el papel de elementos no estructurales. No es claro que eso suceda en el estructuralismo causal en general ni con la posición de Esfeld en particular (considero, de hecho, que éstos sucumben ante el primer cuerno del dilema), ni siquiera que la imputación de hipoestructuralismo sea lo suficientemente sustancial como para convertirse en un problema irresoluble para cualquier posición estructuralista, o siquiera en un problema en algunos escenarios. En cualquier caso lo relevante aquí es que creo que hay buenas razones para pensar que el segundo cuerno del dilema no hace mella en el ED. En primer lugar, el ED postula una estructura disposicional fundamental que no incluye ningún elemento no estructural. Además, las propiedades secundarias que se realizan sobre la estructura básica son, a pesar de contener un elemento cualitativo, propiedades estructurales. En segundo término, todo cuanto el ED afirma que existe (incluidas las propiedades recién mencionadas, pero también objetos microscópicos y macroscópicos) dependen ontológicamente de la estructura fundamental. En resumen, si el hipoestructuralismo es en efecto un problema —cosa que, creo, Psillos no ha llegado a mostrar—, lo es sólo en la medida en que los elementos no estructurales socaven la centralidad de los estructurales, en especial en lo concerniente a su primacía ontológica. Si ese no es el caso, el escenario no es problemático, y el calificativo ‘hipoestructuralismo’, incluso suponiendo que pueda caracterizarse de modo completo, no resulta aplicable al ED.

4. Una teoría de los universales para el ED

La caracterización del ED brindada hasta aquí ha dado por hecho que las propiedades derivadas que colaboran en la individuación de las disposiciones básicas instancian universales, sin embargo, ha postergado la cuestión de cuál es la teoría de los universales más apropiada para dar cuenta de esa descripción. Eso resulta relevante, además, a efectos de determinar el rol causal/nomológico de las propiedades en cuestión y su relación con el problema de los principios de simetría en las ontologías disposicionalistas, que serán abordados en detalle en el capítulo siguiente. En esta sección pretendo tomar posición respecto de la cuestión de los universales en relación a la formulación del ED.

Como he adelantado, si bien la existencia de las propiedades derivadas depende de la estructura básica, su identidad está dada por el hecho de que instancian un universal.

Eso abre la puerta a dos opciones evidentes en cuanto al modo de caracterizar dichos universales y su relación con el resto del elenco ontológico postulado por el ED: o bien se adopta una concepción platonista acerca de los universales, o bien una aristotélica. El punto central de esta sección, sin embargo, no será tanto determinar cuál es la postura más adecuada a los principios del ED, sino dar cuenta de que ambas son opciones disponibles para su defensor. Eso no implica, por supuesto, que yo mismo no haya tomado posición al respecto. Ante la encrucijada recién descrita considero que es conveniente adoptar una posición platonista respecto de los universales. Procederé entonces del siguiente modo: procuraré mostrar las ventajas de la versión platonista del ED, y algunos problemas que podrían surgir a partir de su adopción. Intentaré dar respuesta a dichos problemas; pero para quien no quedase convencido —o para quienes simplemente no son amigos del platonismo por motivos independientes— mostraré cómo es posible articular una versión aristotélica del ED.

Como es bien sabido, la doctrina platónica acerca de los universales sostiene que éstos son ontológicamente independientes de sus instancias. Un universal puede existir sin haberse instanciado nunca, sin siquiera tener que instanciarse jamás. En tanto entidades abstractas que existen por sí mismas pueden relacionarse entre sí mediante universales de orden superior, sin siquiera tener una sola instancia en el mundo actual. La posibilidad de universales no instanciados es, inflacionaria como puede parecer, uno de los principales motivos para abrazar el platonismo. Ese es el caso de Tooley (1977) y de Brown (2002: 92-98), quien desarrolla un ingenioso argumento a favor de la existencia de universales no instanciados a partir del modelo estándar de partículas. En pocas palabras, la posibilidad de que los patrones detectados en las tres familias conocidas de leptones y quarks se extiendan a familias de partículas no detectadas aún (o no detectables de hecho en virtud de la imposibilidad técnica de alcanzar los niveles de energía necesarios) debe conducirnos, según Brown, a postular propiedades que no están instanciadas y tal vez no se instancien nunca en el universo. Si no lo hiciéramos, dichos patrones serían rebajados al estatus de meras regularidades inexplicadas. Creo que el argumento de Brown es fallido. La afirmación de que los universales que determinan y gobiernan los patrones regulares de las simetrías dependen ontológicamente de sus instancias no implica que dichos patrones resulten regularidades inexplicadas. Más precisamente, sostengo que el carácter dependiente de los principios de simetría y de las propiedades derivadas en general, no es incompatible con una relación de efectividad nomológica sobre sus instancias. El ED, incluso en su versión aristotélica, es un marco adecuado para dar cuenta de ello —los argumentos al respecto serán expuestos en el capítulo siguiente.

Los universales no instanciados, no obstante, no son la única razón esgrimida para preferir el platonismo. Para Tugby, incluso los universales instanciados en regularidades naturales muestran que la metafísica disposicionalista *debe* ser complementada con el platonismo: “la posición disposicionalista no explica automáticamente por sí misma cómo más de una cosa puede tener el mismo poder causal. Sin embargo, hasta que esto no se explique, no hemos todavía dado cuenta plenamente de por qué en el mundo existen regularidades legaliformes” (Tugby 2016: 1157). La repetibilidad de las disposiciones debe tener un fundamento explicativo más allá del universal generado por la mera repetición —como en el marco de una posición nominalista respecto de los universales—, y si ese no es el caso, el universal no puede invocarse explicativamente para dar cuenta de la repetición. Esta es una objeción muy seria para la versión aristotélica del ED, y mi respuesta no será completa hasta que me ocupe de la cuestión de las leyes naturales. Baste decir por ahora que una adecuada relación de dependencia entre el universal y sus instancias puede dar cuenta de cómo el primero puede jugar un rol explicativo respecto las segundas, incluso cuando éstas sean ontológicamente prioritarias. La clave será distinguir entre la efectividad causal aportada por las instancias, de la determinación nomológica impuesta por el universal.

Mis razones para abrazar el platonismo, por el contrario, son en buena parte independientes de la articulación del ED. Considero que es un marco fructífero para dar cuenta de modo elegante del poder explicativo de la leyes naturales, del modo en que identificamos y clasificamos regularidades naturales y del poder epistémico de nuestras teorías y modelos, que los hace capaces de descubrir la estructura fundamental de un universo que estaba allí mucho antes de nosotros. En tal sentido, mi inclinación por el platonismo se sostendría *incluso si los mismos resultados pudiesen ser alcanzados por un marco metafísicamente más austero*. Ello no se opone necesariamente al principio de la navaja de Occam, que señala que las entidades no deben ser multiplicadas *sin necesidad*. Más bien se vincula —al igual que mi aceptación del marco platónico— con una particular interpretación de lo que ‘necesidad’ menta en ese principio³⁵.

En cualquier caso esa es una discusión ajena a estas páginas, y un crítico puede encontrar mejores razones contra mi preferencia que las ligadas a la máxima de Occam. La más relevante podría enunciarse del siguiente modo: “*El REOE es rechazado, entre otros motivos, por su incapacidad de dar cuenta del carácter concreto y físico de las estructuras que postula, lo que implica más o menos directamente un colapso en el*

³⁵ Vale destacar, además, que la navaja ha sido puesta en cuestión como principio filosófico a la luz de supuestas propuestas superadoras. Véase por ejemplo Schaffer (2015).

platonismo matemático. *El ED remedia esa circunstancia por medio de una caracterización disposicional de las estructuras, pero acaba asentando su posición sobre el platonismo acerca de los universales. En suma, el ED reemplaza el platonismo matemático por un platonismo acerca de los universales*". Mi respuesta es tajante en cuanto a que una objeción en esa línea es de hecho una objeción equívoca. El REOE es rechazado por razones diferentes a su colapso en el platonismo matemático, pero incluso cuando esa fuera la única, o al menos una de las razones para impugnarlo, es preciso subrayar que lo que resulta indeseable para una posición como el REOE no es el *platonismo* matemático, sino el platonismo *matemático*. Como hemos visto, la identificación de las estructuras fundamentales con estructuras matemáticas hace imposible su caracterización como estructuras físicas, y hace al REOE incapaz de brindar un relato de la modalidad y las leyes naturales. Son esas, y no su eventual compromiso platónico, las razones que justifican su rechazo. La versión platónica del ED es capaz de solucionar los problemas que ponen en jaque versiones previas del REOE y del REOM, y su compromiso con universales platónicos no constituye una razón para rechazarlo, a menos que se tengan razones independientes contra el platonismo en general, o contra el platonismo sobre los universales en particular.

Esta respuesta, sin embargo, queda relativizada en un sentido lateral: es posible que muchos en efecto tengan esas reservas respecto del platonismo. Y si bien no veo claramente cómo añadir un epiciclo a una metafísica altamente especulativa —como la que el ED en efecto propone— pueda constituir un problema, debo reconocer que para muchos filósofos el platonismo resulta un límite infranqueable en cuanto a compromisos metafísicos.

Es por ello que quisiera cerrar este capítulo ofreciendo una versión aristotélica del ED. Como hemos visto en la exposición del RN de Armstrong, los universales concebidos aristotélicamente son abstracciones a partir de particulares o estados de cosas, en otras palabras, existen únicamente si tienen al menos una instancia. En el marco del ED, los universales que se instancian en las propiedades derivadas necesitan, concebidos aristotélicamente, de la existencia de dichas propiedades para ser reales. ¿Constituye esto un problema para el ED? No hay en principio nada malo con esa dependencia, que implica la primacía ontológica de las instancias respecto de los universales. El auténtico problema consiste en la fuente de la identidad de los universales. En el caso de la versión platónica, los universales se presuponen preexistentes y auto-individuados, capaces por lo tanto de conferir identidad a las propiedades derivadas. En la versión aristotélica en cambio, las propiedades derivadas son la fuente de la existencia de los universales, pero, ¿de dónde proviene su identidad? Recordemos que según Lowe

(2012: 229) “dos *Ks* distintas no pueden cada una determinar qué *K* la otra es, porque a menos que ya esté determinado qué *K* una de ellas es, esta *K* no puede fijar la identidad de la otra”. En parte por ello, concluye que en un sistema disposicional debe haber un elemento que resulta auto-individuante:

o bien algún poder tendría que ser de alguna manera auto-individuante, por analogía con el 0 o el conjunto vacío, o de lo contrario algunos poderes tendrían que ser individualizados por no-poderes. Sin embargo, un momento de reflexión revela que ningún poder podría ser auto-individuante, dado que todos los poderes deben tener manifestaciones-tipo y que cada poder se individúa por su manifestación-tipo (...) [es decir] es un poder para φ , para alguna manifestación-tipo φ . (Lowe 2012: 229-230)

Sin embargo, debe notarse para comenzar que la afirmación de que dos entidades no pueden estar en una relación de mutua dependencia-I (es decir, no puede individuarse mutuamente) no está respaldada por argumento alguno, por lo que se la debe considerar más bien una *intuición*: ninguna entidad puede darle identidad a otra si no tiene ella misma una identidad, o en nuestro caso, los universales no pueden ser individuados por las propiedades derivadas cuando estas últimas se postulan individuadas por los universales. Teniendo en cuenta esto, un modo de expresar brevemente la intuición detrás del punto de Lowe es afirmar que la relación de dependencia-I (tal como la de primacía ontológica) es *asimétrica*.

Puede verse sin dificultad, no obstante, que ese no es el caso. Dado que por hipótesis es posible que la relación de dependencia-I sea no-irreflexiva (es decir, que existan entidades auto-individuadas, como en el caso de la versión platonista del ED), se sigue que la relación de dependencia-I es no-asimétrica, por el mero hecho de que ello garantiza que los casos de dependencia-I reflexiva son casos de dependencia-I simétrica. Ello no es suficiente para mostrar, con todo, que la relación pueda ser simétrica en los casos interesantes en los que dos entidades *diferentes* se individúan mutuamente. Es entonces la imposibilidad de esta circunstancia lo que debería tomarse por la intuición primaria de Lowe, y la que motiva todo su argumento.

Si bien el desacuerdo en el terreno de las intuiciones es en general intrascendente en lo que refiere a la evaluación de argumentos, debo decir que esa es una intuición que no comparto. Y hay dos puntos importantes que fundan ese desacuerdo y que merecen ser mencionados. En primer lugar, debe remarcarse el sentido propio en que ‘identidad’ está siendo considerado en este contexto. No se trata aquí de la *relación de identidad*

(i.e. la relación que toda entidad ha de mantener consigo misma), sino de la cualidad de tener una naturaleza individual. Es por ello que en este marco se opta por 'individuación' en lugar de 'identificación', que se reserva para el evento epistémico que consiste en conocer la identidad de una entidad. En segundo término, el ejemplo en cuestión involucra, por hipótesis, la relación de dependencia-I entre dos entidades de *categorías ontológicas diferentes*. Si se asume que las disposiciones básicas dan existencia a propiedades derivadas y que éstas dan a su vez existencia a un universal, no es obvio que propiedades derivadas y universales, en tanto entidades que pertenecen a categorías ontológicas diferentes, no puedan estar en una relación de mutua dependencia-I. Pero podría argüirse que el ejemplo está viciado desde el comienzo, ya que la mera suposición de que tenemos *dos* entidades de categorías ontológicas diferentes *presupone* que pueden estar en una relación como la que el ED aristotélico postula. Si ese fuese el caso, la intuición recuperaría su fuerza.

Pero hay otro modo en que este escenario puede ser descrito, coherente con los planteos de Lowe, en el que su intuición queda relativizada. Lowe (2012: 231) está dispuesto a admitir que las entidades abstractas pueden individuarse relacionamente; su objeción apunta al hecho de que las entidades concretas puedan hacer lo propio.

Puede ser perfectamente correcto decir que [los nodos de un grafo] están individuados por sus "posiciones" en el grafo, si éste es adecuadamente asimétrico. (Y si el grafo *no* es adecuadamente asimétrico, puede ser apropiado decir en cambio que algunos de sus nodos no está de hecho individuado). (...) Y esto se debe a que sin duda es parte de la esencia de cualquier nodo que posea las propiedades gráfico-teóricas que posee (...) sin embargo, un punto vital a tener en cuenta es que una estructura concreta que puede ser *representada* por un grafo, no puede ser *identificada* de manera coherente con un grafo de este tipo, siendo esta última una estructura puramente *abstracta*. Además, por supuesto, diferentes estructuras concretas pueden bien ser representables por el mismo grafo. (Lowe 2012: 230-231)

Queda de manifiesto que esta crítica descansa en la suposición de que las entidades concretas deben poder distinguirse *más allá de sus propiedades estructurales*. Pero eso es precisamente lo que el ED niega al sostener que las propiedades derivadas tienen un aspecto estructural no reducible a disposiciones. Y dado que la suposición es el único escollo para postular la individuación relacional de estructuras concretas, la objeción de Lowe no alcanza al ED. La identidad de los universales correspondientes puede ser

derivada entonces por mera abstracción a partir de la estructura realizada por las propiedades derivadas. Debe notarse que la postulación del carácter estructural de las propiedades derivadas no implica (i) que éstas sean entidades abstractas, ni (ii) que el sistema completo carezca de un aspecto cualitativo. El hecho de que las propiedades derivadas se realicen en la estructura disposicional básica da cuenta de su origen concreto, y no abstracto. En cuanto a (ii), las propiedades derivadas tienen una efectividad nomológica que es capaz de individuar las disposiciones básicas y activar su manifestación. El sistema completo no colapsa en una ontología de entidades abstractas ni carece de aspectos cualitativos.

5. Conclusión

Luego de revisar alguna de las dificultades propias de las propuestas disposicionalistas vigentes, procuré mostrar como el ED es capaz de eludir tanto el quidditismo propio del categorialismo, como los problemas asociados al dilema de la identidad por medio de la postulación de una relación de dependencia ontológica caracterizada en términos de una dependencia-I y una dependencia-E. Esa nueva herramienta conceptual permite, además, salvar las intuiciones básicas asociadas a la formulación del REOM. Si bien mi propia preferencia consiste en complementar el ED con una teoría platónica de los universales, he mostrado como una versión aristotélica del ED puede resultar igualmente defendible.

Capítulo 9. Realismo Estructural Óptico y leyes naturales

1. Introducción

El REO eliminativista es presentado por French como una doctrina realista respecto de las leyes de la naturaleza. De hecho, las leyes ocupan el puesto central en su jerarquía metafísica. Sostengo, sin embargo, que la propuesta de French falla en constituirse como una variante del RN. A continuación, me ocupo de los dos principales argumentos que se han esgrimido en la literatura reciente para sostener que el disposicionalismo es incompatible con el RN: el dilema con el que Mumford (2004) pretende mostrar la inviabilidad del RN, y las razones invocadas por Bird (2007) para sostener que el disposicionalismo es incapaz de dar cuenta adecuadamente de la naturaleza de los principios de simetría ni asignarles un rol relevante respecto de leyes de más bajo nivel. Asimismo, reviso críticamente la interpretación que French (2014) hace de ambos argumentos.

Despejadas las dudas respecto de que el disposicionalismo pueda constituirse como una genuina alternativa realista respecto de las leyes naturales, me aboco a mostrar como la variante del REOM que propongo, el ED, es capaz de conjugar una metafísica disposicionalista, con la asignación de un rol relevante a los principios de simetría y las leyes de conservación asociadas. Por último, muestro cómo las herramientas conceptuales del ED pueden ser aplicadas a algunos escenarios científicos concretos.

2. REOE y leyes de la naturaleza

El REOE aparece en el debate como una doctrina diametralmente opuesta al disposicionalismo, sin embargo, la estructura interna de sus propuestas metafísicas es sumamente similar. De hecho, el mismo French presenta las bases del REOE como el resultado de operar un mecanismo de “ingeniería inversa” (2014: 231) sobre la propuesta disposicionalista. Esta estrategia consiste, básicamente, en revertir el sentido de las relaciones de fundamentación metafísica postuladas por el disposicionalismo, según el cual tanto la modalidad como la existencia misma de las leyes derivan de las disposiciones.

si lo que hace que una propiedad causal sea la propiedad que es son las relaciones con otras propiedades en las que ésta entra, y es la conjunción de las leyes comprendidas por esas relaciones la que especifica las naturalezas de todas las propiedades causales que existen, entonces, leyendo esta cadena de identidades de derecha a izquierda, por así decirlo, y ontológicamente, podemos tomar las leyes (entendidas estructuralmente por supuesto) como fundamentales y los poderes y propiedades como emergentes de las relaciones pertinentes, sin necesidad de disposiciones.
(2014: 257)

Las disposiciones no son entonces sustancialmente nada, de hecho, en este esquema nada tienen espesor ontológico salvo las leyes. El movimiento de “ingeniería inversa” tiene, como hemos visto en el capítulo precedente, consecuencias indeseables respecto de la modalidad que se replican en el caso de las leyes.

Para entenderlas más cabalmente podemos partir de la metáfora humeana del mosaico: para quienes sostienen posiciones en esta línea el mundo está constituido por eventos discretos, cada uno de los cuales se autocontiene y es tanto ontológica como causalmente independiente del resto, una suerte de mosaico cuyas piezas son estos eventos discretos y causalmente inertes. Muchas de esas piezas se presentan en relaciones regulares de semejanza y contigüidad espaciotemporal, pero fuera de ellas ninguna relación de necesidad las conecta. A decir de Lewis, sólo eso es nuestro mundo, *una cosita y luego otra* (1986: ix). La analogía es pertinente en un aspecto más: la independencia de cada una de las piezas no implica que no haya regularidades; por el contrario, con la dedicación suficiente podemos encontrar diversos y complejos patrones en la distribución de las piezas, podemos *descubrir* que toda pieza roja es contigua de una hexagonal, o que a cada grupo de piezas semejantes en color le sigue un número de piezas verdes determinable por alguna función, etc. El punto es que ninguna de esas regularidades identificadas por la investigación empírica está

determinada por una necesidad interna (de una pieza implicando a otra) ni externa (del sistema total implicando alguna distribución). Para el realista nomológico ese panorama no es una descripción satisfactoria del mundo. Prefiere, en cambio, pensar que muchas de las regularidades neurales son necesarias, y las atribuye a la vigencia de ciertas leyes naturales. Hay varios modos de caracterizar metafísicamente dichas leyes, algunos incluso postulan la existencia de meta-leyes que gobiernan las leyes de primer orden, pero en cualquier caso tanto las leyes como las meta-leyes funcionan imponiendo restricciones a sus instancias, en el primer caso, respecto del modo en que las propiedades pueden instanciarse en el mundo, en el segundo, respecto de ciertas simetrías que las leyes de orden inferior deben presentar.

Esta nueva pintura metafísica es mucho más compleja y elaborada que la humeana, y su defensa requiere de profundas convicciones y sofisticadas construcciones metafísicas. Lo que no debe perderse de vista, sin embargo, es que el *principal motivo* para rechazar la austeridad humeana y emprender dicha defensa es la posibilidad de contar con una distinción fuerte entre auténticas leyes y meras generalizaciones accidentales. Es por ello que los humeanos no han ahorrado esfuerzos por intentar reproducir dicha distinción en su propio maro. La Teoría de los Mejores Sistemas (o teoría Mill-Ramsey-Lewis) es la coronación —a mi criterio, deficiente, pero no discutiré ese punto aquí— de dicho esfuerzo. El mayor baluarte del RN consiste en hacer justicia a la intuición que está detrás de la dicha distinción. Ahora bien, la posibilidad de diferenciar leyes de generalizaciones accidentales se da, en el marco tradicional, como una limitación nomológica sobre la instanciación de propiedades. Si es una ley que todos los *Fs* son *Gs*, entonces, a pesar de que es *lógicamente* posible que algo sea *F* pero no *G*, este patrón de instanciación de propiedades resulta *nomológicamente* imposible. Esta distinción entre imposibilidad lógica e imposibilidad nomológica es crucial a toda forma de RN, tal vez tanto como aquella entre leyes y generalizaciones accidentales, y queda disuelta en el marco del REOE. Si las propiedades naturales dependen ontológicamente de las leyes y simetrías (que son postuladas como las entidades básicas de la realidad) la imposibilidad nomológica de una distribución de propiedades adversa a las leyes colapsa en imposibilidad lógica: una vez que se asume la prioridad ontológica de las leyes y simetrías, una entidad no puede comportarse de modo contrario a las leyes y ser la misma entidad que podría obedecerlas. Puede pensarse que la posibilidad lógica persiste, en el sentido de que podemos *concebir* que las entidades de nuestro mundo se comportasen de otro modo. Pero ese razonamiento es un puro espejismo: si efectivamente asumimos que las entidades naturales están constituidas por las leyes y simetrías, cuando creemos concebir cómo una entidad

conocida se comportaría bajo restricciones diferentes, en realidad no estamos imaginando la misma entidad, dado que bajo diferentes restricciones la entidad original simplemente no podría existir. Si las leyes constituyen las entidades, diferentes leyes constituyen diferentes entidades, y una entidad no podría existir bajo leyes diferentes de las que la constituyen. Este resultado es contra-intuitivo, y podría tomarse como una impugnación directa de la posición de French. Si postulo el usar una camisa amarilla como la base ontológicamente primaria de mi naturaleza, se sigue de ello que dejaría de ser quien soy si me cambiara de ropa; ese resultado es intuitivamente escandaloso, y una prueba de que si hay algo como una esencia personal, debe residir en algún otro lugar diferente de mi camisa amarilla. Pero mi punto aquí es simplemente mostrar que el movimiento de "ingeniería inversa" hace colapsar el REOM en una suerte de humeanismo nomológico. En primer lugar porque la distinción entre restricciones nomológicas y lógicas a la instanciación de propiedades se disuelve. Pero además, porque la misma distinción entre leyes y generalizaciones accidentales queda deshecha. Si el rol de gobierno de las leyes queda reducido al de fundamentación ontológica, ¿qué puede ser en este marco una regularidad no fundada en una ley? Las regularidades, como todo lo demás, deben estar fundadas en leyes, puesto que no existirían si no lo estuvieran. Pero si están fundadas en leyes, ¿entonces no son meras regularidades!

El defensor del REOE podría aceptar este resultado, pero insistir en que aun sin la mencionada distinción esta posición adscribe modalidad a las leyes y simetrías fundamentales, constituyéndose como un auténtico RN. Según entiendo, ninguna posición incapaz de trazar una distinción clara entre leyes y generalizaciones accidentales puede ser considerada una forma de RN. Como he indicado más arriba, establecerla es la motivación central para todo RN. En un contexto en el que dicha distinción no se sostiene y en el que el rol de gobierno de las leyes se identifica con la mera fundamentación ontológica, quedan a mi juicio pocos elementos para hacer plausible la idea de que lo que se está afirmando es un RN. Y todo eso sin mencionar que, si los argumentos que esgrimí en el capítulo precedente son correctos, el REOE falla en justificar su afirmación de que las puras estructuras son inherentemente modales.

Pero ese no es el único problema para la posición de French. Otras dificultades aparecen cuando avanzamos sobre aspectos más detallados.

Para comprender cómo el compromiso ontológico con las leyes como materia prima de la estructura del mundo se articula en la propuesta de French, es preciso indagar en su relación con las simetrías.

Los enunciados legales expresan la red de relaciones que se "mantiene unida" por los principios de simetría que representan lo que es invariante en la red. Cómo este "mantener unida" se efectúa, obviamente, depende de cómo se concibe la relación entre las leyes y simetrías. Podría parecer que las posiciones según las cuales los principios de simetría actúan como restricciones sobre las leyes, o, por lo menos en algunos casos, directamente producen las leyes, son más susceptibles a la idea de "mantener unida" [la red de relaciones] que aquellas que sostienen que las simetrías son meramente "subproductos" de las leyes. Sin embargo, incluso en este último caso, es posible argumentar que las simetrías son capaces de cumplir la misma función, incluso como subproductos, o más precisamente, rasgos de orden superior de las leyes, ya que, como tales, son capaces de abarcar, por así decirlo, las leyes, y así funcionar como "lazos" que sostienen la estructura. Los intentos de mediar entre estos puntos de vista implican típicamente apelación a características de la práctica científica que no son, de hecho, decisivas. Teniendo en cuenta esto (...) voy a seguir sosteniendo, en la línea de Cassirer, que hay una especie de "imbricación y unión recíprocas" entre las leyes y las simetrías, y que es esto lo que produce aquellas entidades antes conocidas como objetos (2014:264).

En efecto, dos posturas canónicas pueden ser adoptadas en relación a la cuestión de las simetrías. Por una parte, su importancia puede ser relativizada relegándolas al rango de meros subproductos de la configuración de propiedades que determinan las invariencias —o, en términos de Bird, "pseudo-leyes"—. Esta estrategia, como hemos visto, tiene algunas desventajas. Primero, parece poco armónica con los principios de todo realismo nomológico. La razón de ser de un compromiso con las leyes de la naturaleza en tanto constituyentes del elenco metafísico del mundo es dar cuenta de la regularidad natural. Si los principios de simetría se rebajan a meras coincidencias regulares entre leyes aquella motivación parece verse traicionada. Segundo, como veremos en breve, los principios de simetría y las invariencias asociadas parecen imprescindibles para dar cuenta de la identidad de algunas propiedades y sistemas cuánticos. Tercero, incluso ignorando lo anterior, la salida natural para un principio que no goza de un adecuado soporte ontológico es su eliminación del cuadro metafísico del mundo. Algunos disposicionalistas muerden la bala en cuanto al primer y tercer punto y aceptan tanto la humildad explicativa como la eliminación de los principios de simetría. Bird, por ejemplo, afirma que los principios de simetría "parecen necesitar una explicación más profunda. Puede ser, por supuesto, que simplemente tengamos que

aceptar el misterio, junto con otros misterios de la física moderna” (2007: 213-14). La alternativa a la humildad explicativa es entonces la eliminación: “puede ser que los principios de simetría y leyes de conservación sean eliminados en tanto características de nuestra forma de representación, en lugar de tomarse por características del mundo que requieren ser recogidas dentro de nuestras metafísica” (2007: 213-14). Ello deja a quienes opten por esta salida, sin embargo, en una posición extremadamente débil en cuanto al segundo punto. En efecto, la eliminación de principios ampliamente aceptados en la práctica científica por razones exclusivamente metafísicas no parece un paso elegante para nadie que quiera jactarse de desarrollar una metafísica científica. Mucho menos cuando dicho principio resulta esencial para dar cuenta de la identidad de entidades que son el objeto de estudio elemental de ciertas teorías físicas.

Por otra parte, los principios de simetría pueden considerarse como elementos que efectivamente contribuyen a la constitución de mundo natural. Para Lange (2007) dichos principios tienen prioridad explicativa respecto de las leyes de conservación, y se diferencian de éstas últimas por lo que denomina *estabilidad nómica* (2007: 475). En pocas palabras, las simetrías imponen restricciones a las leyes de primer orden, de modo tal que incluso en contextos contrafácticos donde se supone que estas leyes cambian, las simetrías deben seguir cumpliéndose. Supongamos por ejemplo que la ley fundamental de la dinámica fuese diferente. En ese contexto las simetrías seguirían vigentes, a pesar de que las leyes de conservación asociadas cambiarían. Si la ley fundamental fuese $F = mv$ (en lugar de $F = ma$), las leyes relativas a la fuerza seguirían siendo espacialmente homogéneas y temporalmente isotrópicas (Wigner 1954: 437-438). Los principios de simetría tienen así el estatus de meta-leyes, que gobiernan las leyes de primer orden de un modo análogo a como éstas últimas lo hacen con sus instancias, .i.e., imponiendo restricciones a los modos en los que pueden presentarse. Si bien debemos ubicar a French en esta segunda línea, la radicalización de sus compromisos puede hacernos dudar de la viabilidad de su propuesta. La “ingeniería inversa” que opera sobre el disposicionalismo tiene como resultado que las leyes son no sólo (como es esperable) nomológicamente determinantes respecto de sus instancias, sino también ontológicamente primarias. Hemos visto que este rasgo socava la posibilidad misma de afirmar el REOE como una forma de RN, pero incluso ignorando ese punto hay una dificultad adicional. Las leyes, tal como se las concibe usualmente, establecen relaciones entre propiedades. Puede no ser fácil, sobre todo para quien está habituado a las categorías metafísicas tradicionales, pensar que una relación entre propiedades sea ontológicamente primaria respecto de las propiedades que relaciona. Sin embargo, zanjada esa dificultad queda otra más apremiante, a saber, cómo atribuir

realidad *física* a una relación que es ontológicamente primaria respecto de sus relata. En el capítulo 5 he procurado mostrar que la propuesta del REOE no tiene éxito en esa empresa. Con todo, si se dejan de lado los problemas allí señalados respecto de la eliminación de los objetos, parece haber un sentido intuitivamente amigable en el que las relaciones entre propiedades o individuos físicos pueden ser consideradas entidades físicas. Esa escurridiza intuición es, creo, una de las principales razones por las que el REOE cuenta todavía con varios defensores. Sin embargo, no puede decirse lo mismo de la relación que existe entre las simetrías y las leyes de primer orden sobre las que éstas imponen restricciones. Las simetrías no determinan relaciones entre propiedades, por el contrario, se abstraen de las propiedades concretas para determinar sólo correlaciones matemáticas entre cualesquiera sean las propiedades que las leyes de primer orden vinculen. Su contenido es puramente estructural y puede ser expresado sin pérdidas en el lenguaje de la matemática. Ahora bien, si son este tipo de invariancias y simetrías las que se postulan como constituyentes últimos de la realidad, la imputación de que el REOE colapsa en el platonismo matemático parece ahora sí ineludible. Es en relación a ello que French concluye que “tal vez entonces simplemente tenemos que aceptar que la distinción entre lo matemático y lo físico está, al menos, desdibujada” (2014: 230). Si bien puede llegar a argumentarse que aceptar ese resultado no es definitorio contra el REOE, la amenaza latente del colapso en el platonismo matemático es suficientemente preocupante como para socavar su plausibilidad.

Como veremos en breve, las simetrías juegan un papel central en el ED, pero para ello es necesario revitalizar la distinción entre fundamentación ontológica y determinación nomológica. Antes de concluir esta sección, sin embargo, quisiera detenerme en un último aspecto conflictivo del RN del REOE.

La relación precisa que French postula para vincular las leyes con las instancias que dependen de ellas es la que se da entre los *determinables* y los *determinados*. De hecho, las leyes para él son “determinables de relación” que implican “instancias determinadas de sus propiedades” (2014: 283). En su ejemplo, “la Ley de Coulomb en tanto determinable de relación tiene instancias determinadas, e implica la carga como un determinable de propiedad, que tiene a su vez instancias determinadas como la carga del electrón” (2014: 283). Pero, ¿es este uso del aparato conceptual de determinables y determinados correcto? En primer lugar, si afirmar que las leyes son determinables de relación significa simplemente que ellas establecen correlaciones entre propiedades que pueden adoptar valores numéricos determinados, no hay en su propuesta ninguna novedad respecto del cuadro tradicional. Así concebidas, las leyes no determinan las propiedades, simplemente las relacionan. El uso que French hace de la noción de

“determinable de relación” para caracterizar las leyes parece ser diferente, y sugerir que las leyes de algún modo “producen” sus instancias. Ese uso, sin embargo, resulta suficientemente divergente respecto del uso estándar del vocabulario de determinables-determinados como para sospechar de la plausibilidad de su interpretación.

Además, hay otros aspectos en que esa divergencia se muestra. En efecto, French sigue a Ingvar Johansson en su uso del concepto de determinable de relación. Pero el propio ejemplo de una secuencia de determinados a determinables que Johansson ofrece parece inapropiado para el caso de las leyes:

ser un poquito más largo que—ser en general más largo que—relación de longitud—relación

Este punto puede quedar más claro si se lee la secuencia de Johansson a la inversa, es decir, como una secuencia que va de determinables a determinados: *relación* se determina en uno de sus casos particulares, como lo es la *relación de longitud*, que se determina en uno de sus casos particulares, a saber, la relación de *ser en general más largo que*, etc. No es en absoluto claro, sin embargo, cómo esto puede ser de ayuda para caracterizar el caso de las leyes y la relación con sus instancias. Como sugerí antes, el uso que French hace de la noción de determinable de relación parece ser más fuerte que el estándar, pero incluso si ese no fuese el caso, y *todo* lo que French está intentando decir es que las leyes en tanto relaciones entre propiedades quedan determinadas por su instanciación en valores particulares para las magnitudes que representan dichas propiedades, así y todo el vocabulario de determinables-determinados resulta inadecuado. Los determinados de los mismos niveles deben satisfacer el *principio de exclusión*: un determinado X de un determinable Y excluye todos los otros determinados de Y. Por ejemplo, ser escarlata como un determinado de ser rojo excluye ser bermellón. Pero el hecho de que algo sea una instancia de una ley no excluye ser otra instancia de esa misma ley. Un gas puede ser una instancia de la ley de Gay-Lussac, pero ello no excluye que *esa misma* muestra de gas, a diferente presión y temperatura absoluta sea una instancia de la misma ley. La noción de determinable de relación no es satisfactoria para dar cuenta del carácter de las leyes y su relación con sus instancias.

3. Disposicionalismo y leyes de la naturaleza: el Dilema Central

En la sección anterior desplegué una serie de razones que, de ser exitosas, muestran el fracaso del REOE en construirse como una forma de RN. Si bien dichas razones exponen las debilidades del movimiento de “ingeniería inversa” operado sobre el disposicionalismo, no atacan los argumentos que motivan dicha estrategia. En efecto, French esgrime dos argumentos para mostrar que el disposicionalismo no es capaz de brindar un relato metafísico adecuado acerca del rol de las leyes de la naturaleza, es decir, que no puede ser articulado como una forma de RN. Curiosamente ninguno de ellos le pertenece, y de hecho French rechaza las conclusiones de ambos.

El primero de ellos es el Dilema de Mumford (2004), o como su autor decide llamarlo, el Dilema Central (DC). Sumariamente, sostiene que sea que las leyes se consideren internas o externas a sus instancias, no es posible justificar cómo ellas las gobiernan. La conclusión de Mumford es que si el rol de gobierno de las leyes sobre sus instancias no puede ser adecuadamente caracterizado, el RN debe abandonarse. Si bien Mumford no impugna de plano la solución humeana, su propia propuesta es un disposicionalismo que acepta la existencia de conexiones necesarias en la naturaleza, pero sin postular leyes. French lee este resultado de una manera particular. A su criterio, la conclusión del DC debe ser rechazada por ser demasiado radical. Sin embargo, la lección que *sí* debemos aprender del DC es que el disposicionalismo es incompatible con el RN, y es a partir de ello que la estrategia de “ingeniería inversa” puede ser postulada como una opción.

El segundo argumento está tomado de la obra de Bird, y se enfoca en la presunta incapacidad del disposicionalismo para dar cuenta dentro de su metafísica del rol de los principios de simetría. En pocas palabras, el disposicionalista no puede aceptar que los principios de simetría pongan efectivamente restricciones a las leyes ordinarias, puesto que si toda la necesidad deriva exclusivamente de las disposiciones, no queda espacio para más restricciones: “las propiedades ya están limitadas por sus propias esencias, así que no hay ni la necesidad ni la oportunidad de que las propiedades de orden superior dirijan en qué relaciones dichas propiedades puedan participar” (Bird 2007: 214). Como hemos visto, la solución de Bird consiste en considerarlas “pseudo-leyes” que eventualmente deberían ser eliminadas. Nuevamente, French rechaza dicha conclusión, pero acompaña a Bird en su afirmación de que resulta imposible incorporar los principios de simetría en el marco del disposicionalismo.

El objetivo central de este capítulo es articular el ED como una forma de RN. Para ello, en la sección siguiente, contra French y Bird, mostraré cómo es posible dar cuenta del rol de los principios de simetría en el marco de una ontología disposicionalista. Pero antes es preciso neutralizar la amenaza del DC, argumentando, en este caso contra

French y Mumford, que el disposicionalismo no es incompatible con el RN. Debe notarse, sin embargo, que ambos echan mano del DC para propósitos diferentes, pero emparentados. Mumford pretende mostrar que toda forma de RN fracasa y que el disposicionalismo, precisamente por *no tratarse* de una forma de RN es el camino a seguir. El disposicionalismo no cae en los excesos metafísicos del RN, pero tampoco tiene la modestia explicativa de humenaismo. Las disposiciones reúnen lo mejor de ambos mundos: conexiones necesarias en la naturaleza sin la apelación a leyes. La apelación de French al DC es, en algún sentido, pragmáticamente equívoca. Si efectivamente Mumford tiene éxito en mostrar que el disposicionalismo no puede cristalizar como una forma de RN, tampoco la propia propuesta de French. El argumento de Mumford, cuidadosamente leído, es un argumento de orden general que afirma que ninguna forma de RN puede satisfacer el requisito de brindar una caracterización adecuada de la relación de gobierno de las leyes sobre sus instancias.

Más allá de ello, sostengo que el DC falla en su caso contra el RN, y que una vez roto el hechizo del DC las razones por las que las que el ED no podría constituirse como una forma de RN se disuelven.

Consideremos entonces más de cerca el DC. Los realistas nomológicos eligen poner el peso de la necesidad en las leyes de la naturaleza, asumiendo que las regularidades observables tienen su fundamento en ellas, y que por lo tanto esas leyes son parte del elenco metafísico del mundo. Más allá de sus críticas puntuales a las distintas formas que este compromiso ha asumido, Mumford rechaza el RN apoyándose en su argumento estrella, el DC. Se trata de un argumento en dos pasos (Mumford, 2004: 144-145). En primer lugar se afirma que

- (I) O bien las leyes naturales son [A] externas a los eventos que gobiernan, o bien son [B] internas a los eventos sobre los que juegan dicho rol gobernante.

Donde [A] y [B] representan respectivamente la DTA y la teoría esencialista de Ellis. El segundo paso consiste en mostrar la verdadera encrucijada que pone en jaque al realista nomológico.

- (II) Si [A], entonces debe brindarse un relato plausible acerca de cómo tal rol de gobierno externo puede tener lugar; y si [B] debe hacerse lo propio respecto de un rol interno de gobierno de las leyes sobre sus instancias.

Lo que resta es probar que dicho dilema es en efecto fatal para el RN. Debe notarse que para al menos empezar a considerar la pertinencia del argumento dos supuestos básicos deben ser aceptados:

- (a) Las leyes han de tener una cierta *adición de ser* respecto de sus instancias.
- (b) Las leyes deben *gobernar* sus instancias.

El primero implica que cualquiera que decida llamarse realista respecto de las leyes, debe comprometerse con que ellas tienen un espesor ontológico considerable, con que son cosas en el mundo, una categoría ontológica *per se*. El segundo supuesto implica que el rol de gobierno sobre sus instancias es necesario como un rasgo tanto constitutivo de las leyes en sí mismas, como de la viabilidad de una metafísica que las postule. Esto último significa que ambos supuestos funcionan además en el plano normativo como criterio de aceptabilidad para cualquier teoría acerca de las leyes naturales. Mumford se ocupa de aclarar que “puede tratarse de un sentido extremadamente débil de gobierno” y si la expresión nos resultara teóricamente incómoda, podríamos reemplazarlo por cualquier nombre que denote “*un rol (...) tal que el mundo hubiese sido diferente si [las leyes] no estuviesen en él*” (2004: 145). Con todo, las leyes no pueden jugar ese rol, sea que se las considere externas o internas a sus instancias: si queremos escapar de Hume con la modalidad objetiva a cuestas, la puerta del RN no resulta una buena opción. La propuesta, entonces, será una metafísica de propiedades reductibles a *clusters* de poderes y/o disposiciones, capaces, según Mumford, de dar cuenta de sus relaciones de necesidad sin caer en las redes del Dilema Central.

En el caso de [A], la concepción externalista, según Mumford, no es capaz de dar cuenta del rol gobernante de las leyes ya que éstas acaban por supervenir a sus instancias “en el sentido de que un universal es no nada por fuera de sus instancias y depende de sus instancias” y por ello no las gobiernan dado que “es muy poco plausible la suposición de que las leyes puedan gobernar algo sobre lo cual son supervenientes” (2004: 103). Vista con cuidado, es una objeción curiosa: el problema de la concepción externalista de las leyes es que sus leyes no son propiamente externas, por lo que no es propiamente una concepción externalista de las leyes. Además, el argumento de Mumford toma por un rasgo general de la DTA algo que (en el mejor de los casos) es únicamente aplicable a posición de Armstrong, a saber, que los universales no son nada por fuera de sus instancias. Eso es radicalmente falso en el caso de Tooley (quien abraza un platonismo acerca de los universales) implausible en el caso de Dretske

(quien contempla la posibilidad de leyes no instanciadas); de hecho es incluso discutible en el caso de Armstrong, ya que su realismo aristotélico difícilmente implique que la identidad de un universal se agote en sus instancias, y que por tanto el primero tenga un carácter metafísicamente inerte respecto de las segundas.

En cuanto a [B], en el marco del internalismo las leyes son caracterizadas a partir de las propiedades esenciales constitutivas de las clases naturales. Dos opciones surgen para terminar de elucidar el real compromiso metafísico del esencialismo: o bien las leyes son reductibles a las propiedades esenciales constitutivas de clase, o bien son algún tipo de entidad que superviene a la estructura de clase que esas propiedades definen. Pero, según Mumford, tanto “si las leyes supervienen a cosas que no son leyes, o si están constituidas por ellas (...) necesitamos un relato acerca de cómo pueden gobernar o desempeñar algún rol desde dentro”, y el problema es que “en tal relato parece altamente implausible que dichas leyes gobernantes sean internas a las cosas que gobiernan” (2004: 153-4). Nuevamente, señalar la implausibilidad de que una entidad superveniente gobierne aquello sobre lo cual superviene es presentado por Mumford como una prueba de que el DC es fatal para el realista nomológico.

Pero según entiendo, ese no es realmente el caso. Ordenemos un poco la argumentación: las leyes pueden entenderse como internas a sus instancias en dos sentidos, o bien como constituidas por ellas, o bien como supervenientes a ellas. En cualquiera de los dos casos esta caracterización de las leyes incumple el segundo requisito de aceptabilidad que se había impuesto al RN: las leyes no gobiernan a sus instancias dado que *es muy poco plausible la suposición de que las leyes puedan gobernar algo sobre lo cual son supervenientes o a lo cual son reductibles*. El problema aquí es: ¿qué es exactamente lo que *gobierno* quiere decir en este contexto? O, en una versión más relajada, ¿qué es lo que con *rol determinante* se quiere significar? No creo poder contestar esas preguntas del modo correcto, a decir verdad, tampoco creo que Mumford pueda hacerlo. Pero permítanme contar algunas historias. Tomemos una estufa eléctrica, a decir verdad, un aparato muy sencillo. El termostato de la estufa funciona a partir de algunas piezas de metal con diferente coeficiente de dilatación, de modo que la propia temperatura de la estufa modifica esas piezas accionando así un dispositivo regulable de apagado o encendido. El termostato no es idéntico a la estufa, aunque ciertamente es parte de la estufa; la cual no funciona sin él, que, por otra parte, tampoco funciona sin la estufa. El caso es que en algún sentido interesante de ‘gobernar’ tendemos a decir que el termostato gobierna la temperatura de la estufa, aun cuando funcionalmente dependa por completo de ella. Sin embargo, más allá de que es claro que ello califica como un *rol determinante*, puede pensarse que la analogía es débil, ya

que el modo en que las leyes dependen ontológicamente de sus instancias no es el mismo en el que un termostato depende del artefacto en el que está instalado. Así que contaré otras historias. Muchos filósofos se ganan la vida defendiendo la idea de que los procesos mentales son epifenómenos de los cerebrales, de que supervienen a ellos; aun así, muchos de esos filósofos sostendrían que en algún sentido interesante los fenómenos mentales *gobiernan*, o *cumplen algún rol determinante* respecto de ciertos fenómenos cerebrales. Algunos han encontrado de hecho un nombre específico para ese rol determinante: *causación descendente*. Las reglas o normas que rigen sobre el uso de nuestro lenguaje dependen de —están determinadas por, derivan de, o tal vez incluso están constituidas por— nuestras prácticas lingüísticas, con todo esas prácticas están *gobernadas* por dichas reglas, y éstas juegan un *rol determinante* en nuestros modos de comunicarnos. Algo semejante podría decirse de las leyes, en el sentido jurídico del término.

No pretendo aquí afirmar sustantivamente nada acerca de cómo funcione el lenguaje, o la mente humana, o una estufa eléctrica, sino simplemente señalar que si se quiere objetar la posibilidad de que entidades supervenientes tengan cierto rol relevante respecto de aquellas entidades sobre las cuales supervienen, debe hacerse mucho más que un simple diagnóstico de falta de plausibilidad. Ese no resulta un argumento aceptable, y a decir verdad ni siquiera es un argumento.

Puesto en términos más precisos: sea E un conjunto de entidades cualesquiera e_1, e_2, \dots, e_n , del tipo que uno aceptaría de modo no problemático en su ontología. Sea S una entidad que o bien superviene a E o bien simplemente está constituida por E. En ambos casos, es claro, S tiene una relación de *dependencia ontológica* respecto de E, es decir, S no podría existir si no existiese E. Menos obvio, aunque todavía razonable, resulta pensar que S tenga lo que podría llamarse una relación de *dependencia causal* respecto de E, es decir, que todo cambio en E conlleve un cambio en S. Eso es indudable en el caso de la mera constitución, pero —aun cuando muchos *definen* la superveniencia de ese modo— no es claro más allá de toda duda que dicha relación se cumpla en el caso de la superveniencia. Podría pensarse por ejemplo que si el lenguaje como entidad superviene a las prácticas individuales, no todo cambio en las prácticas conlleva un cambio en el lenguaje. Pero pese a la posibilidad de formular ejemplos de este tipo, demos por hecho que la dependencia causal también se cumple. Lo que no resulta en modo alguno obvio, y ni siquiera razonable hasta donde puedo ver, es la afirmación de que S no puede jugar ningún tipo de rol relevante respecto de E. El hecho de que S dependa ontológica e incluso causalmente de E no implica ni lógicamente ni conceptualmente que S no pueda afectarlo de modo alguno. Los ejemplos ofrecidos más arriba, a pesar

de no ser concluyentes, sugieren de modos diversos ese punto. E incluso si fuesen cuestionables, es claro que Mumford nos debe un argumento para mostrar que S es incapaz de jugar un rol relevante respecto de E, uno más fuerte que un mero diagnóstico de implausibilidad. Concluyo que el DC falla en mostrar la inviabilidad del RN.

Pero no es ese el punto que más ha de importarnos aquí, puesto que French suscribiría ese diagnóstico por considerar demasiado radical la conclusión de Mumford (French 2014: 248). Lo relevante son en cambio las razones por las que el RN sigue siendo una posición filosófica legítima: el hecho de que las leyes sean ontológicamente dependientes de sus instancias no invalida la posibilidad de que puedan jugar un rol relevante respecto de ellas. De ese modo, la primera razón de French contra un RN disposicionalista queda neutralizada.

4. Estructuralismo Disposicionalista y leyes de la naturaleza

El segundo argumento contra la posibilidad de articular disposicionalismo y RN requiere mayor atención, dado que, en efecto, el punto señalado por French es acertado. Recordemos que, retomando las conclusiones de Bird, French afirma que si las propiedades están limitadas solamente por sus propias esencias, no queda lugar en el disposicionalismo para restricciones ulteriores, tales como las que los principios de simetría parecen imponer a las leyes de primer orden. Este problema se presenta claramente en el disposicionalismo de Bird y Esfeld, pero, sostengo, puede ser eludido en el marco del ED. De hecho, el ED incorpora como uno de sus rasgos centrales la asignación de un rol relevante para los principios de simetría y las leyes de conservación asociadas. Dicha incorporación requiere de una distinción entre la necesidad causal propia del disposicionalismo tradicional, y un tipo especial de necesidad nomológica que caracteriza la naturaleza modal de las leyes de orden superior.

Una buena manera de presentar esa distinción es rastrear el problema identificado por French hasta sus orígenes. El disposicionalismo, tal como es entendido por Bird, Cartwright, Mumford, Molnar, Esfeld y otros, tiene un compromiso fundamental con la necesidad causal inmanente a las propiedades naturales, que juzga anclada a las disposiciones. Se trata, con los matices que ha tomado en las variadas posiciones de sus defensores, de una doctrina de la efectividad: debemos admitir en nuestra ontología sólo aquellos aspectos de las entidades que son constitutivos de su *perfil causal*, de aquello que la entidad *hace* o *podría hacer* en las circunstancias indicadas. Esa máxima es la que fundamenta su rotundo rechazo del quidditismo y toda doctrina que lo implique, así como las reservas de algunos de sus defensores para con el RN: las leyes

parecieran aportar algo, un tipo de determinación que no es propio de las disposiciones, que se les impone “desde afuera”. Si bien esta resistencia a incorporar leyes en la ontología disposicionalista no es unánime —e.g., Bird (2006) rechaza (aunque por razones diferentes a las mías) el DC y suscribe el RN y Tugby (2016) procura combinar disposicionalismo y RN en una particular doctrina—, parece en cambio haber un acuerdo más o menos generalizado respecto de que los principios de simetría no tienen lugar en el cuadro disposicionalista. La razón es que, a diferencia de las leyes ordinarias, las simetrías imponen restricciones que no son inmanentes a las propiedades ni a la forma que éstas se relacionan, son de hecho, restricciones que operan *sobre* dichas relaciones. Y si estas relaciones pueden por algunos ser admitidas como leyes e incorporadas a la ontología del disposicionalismo, los principios de simetría y las invariancias que implican parecen no tener lugar en el contexto de esta doctrina de la efectividad causal. Claro que la alternativa es relegarlos al terreno de lo misterioso. Si bien su solución será finalmente optar por la eliminación de dichos principios, Bird no descarta esa posibilidad:

Puede ser, por supuesto, que simplemente tengamos que aceptar el misterio, junto con otros misterios de la física moderna. No hay ninguna razón por la cual la naturaleza fundamental del universo debe ser siquiera comprensible, y mucho menos intuitiva. (Bird 2007: 213-214)

En cualquier caso French está en lo cierto al señalar que este modo de escapar del problema no es satisfactorio. Pero como he argumentado, su propia alternativa tampoco lo es. La distinción que propongo pretende llenar la brecha que existe entre el disposicionalismo y un relato sustantivo acerca del rol de las simetrías.

La piedra de toque de dicho relato es la distinción entre la necesidad causal propia de la estructura disposicional básica, y una necesidad nomológica asentada en los principios de simetría (y las invariancias que determinan), que son incorporados al ED como auténticas leyes. Si bien todo lo que es causal es nomológico, no todo lo nomológico es casual. Mientras que el primer tipo de necesidad es constitutiva del perfil causal de las propiedades, la necesidad nomológica que portan las simetrías restringe los patrones de instanciación de las propiedades y determina parcialmente su identidad. Este último punto es la clave para acabar de comprender el rol preciso que el ED le asigna a estas leyes de orden superior. En desarrollos precedentes me ocupé de dar cuenta como el dilema de la identidad podía ser eludido en el marco del ED: sobre la estructura disposicional básica se realizaban ciertas propiedades derivadas, vinculadas

a la primera mediante una relación de dependencia-OS, es decir, una relación tal que la estructura disposicional depende-I de las propiedades derivadas, y éstas dependen-E de la estructura disposicional. Afirmé también que dichas propiedades derivadas eran estructurales, semidisposicionales y nomológicamente nóveles respecto de la estructura disposicional que las realiza. La tesis central de este capítulo es que dichas “propiedades derivadas” son entidades de orden superior nomológicamente efectivas. De ese modo, el ED incorpora lo nomológico como una dimensión metafísica adicional a la efectividad causal, necesaria para dar cuenta de la estructura del mundo. Esta incorporación y la distinción entre necesidad causal y nomológica que la sustenta son la clave para hacer del disposicionalismo una posición compatible con el RN. Es recién ahora, con la incorporación de las leyes naturales, que la pintura metafísica propuesta por el ED está completa. Esta versión del disposicionalismo reúne una serie de ventajas respecto de sus rivales. Pero antes de adentrarnos en ellas, conviene echar un vistazo a cómo el aparato conceptual del ED puede ser aplicado a ejemplos científicos concretos.

4.1. Propiedades de los sistemas cuánticos

Algunas propiedades presentan serias dificultades para el disposicionalismo corriente. He mencionado ya las propiedades gobernadas por principios de simetría como un ejemplo de ese caso, pero no es en realidad el único. Las propiedades que determinan las formas moleculares y ciertas propiedades de los sistemas cuánticos parecen ser fuente de problemas análogos. En todos los casos, el factor común reside en que se trata de propiedades que dependen ontológicamente-E de propiedades más fundamentales, pero cuya naturaleza no puede explicarse por las disposiciones conferidas por éstas. Por el contrario, a pesar de tratarse de propiedades que se realizan sobre la base disposicional, parte de su esencia deriva de rasgos estructurales de orden superior que no pueden ser adecuadamente entendidos como simplemente causales o disposicionales. Incluso cuando determinan la identidad disposicional de otras propiedades.

Puesto que el REO surge, principalmente, como una respuesta a problemas metafísicos vinculados a la física moderna, comencemos por las propiedades de los sistemas cuánticos. Nuestro ejemplo en este caso será la propiedad de *incompatibilidad*. La incompatibilidad es una relación diádica que vincula dos observables cuánticos. Si bien el formalismo cuántico permite mostrar la existencia de diversos pares de propiedades incompatibles, el ejemplo por antonomasia está dado por el Principio de Incertidumbre

de Heisenberg, que es canónicamente interpretado como la descripción de un rasgo objetivo de los sistemas cuánticos, y no como una limitación epistémica de nuestras capacidades de medición. Sucintamente, este principio afirma la imposibilidad de determinar simultáneamente el valor para dos observables cuánticos: la posición y el momento lineal. De este modo, posición y momento lineal constituyen un par de propiedades incompatibles. El punto relevante es que parte de la naturaleza de la propiedad de incompatibilidad es puramente matemática.

Veamos esta cuestión más de cerca. El formalismo cuántico apela, fundamentalmente, a vectores que operan en un espacio de Hilbert. Dichos vectores tienen un significado físico, y son interpretados como representaciones de estados de un sistema cuántico; y, a su vez, operadores Hermitianos sobre esos vectores son interpretados como propiedades físicamente posibles de ese sistema. La amplitud de probabilidad de dichos estados respecto de cierta propiedad está dada por la función de onda del sistema. Cada una de las variables que es posible medir se denomina *observable*, y es representada por un operador lineal. Los valores definidos para dichas variables en un sistema determinado se denominan *eigenestados*, o *autoestados*. Los observables incompatibles corresponden a los operadores que no conmutan en un espacio de Hilbert. De ese modo, un sistema físico no puede tener valores definidos simultáneos para la variable en cuestión. La incompatibilidad es entonces una propiedad de orden superior que está definida a partir de la no-conmutabilidad de los operadores correspondientes a un par de propiedades. La referencia a dicho rasgo estructural es ineliminable en cualquier explicación de su naturaleza.

Los problemas para el disposicionalismo tradicional saltan a la vista: la no-conmutabilidad de operadores no es en sí misma una propiedad disposicional, ni puede ser derivada a partir de las disposiciones de las propiedades representadas por dichos operadores. Por el contrario, la identidad misma de esas propiedades está, al menos en parte, dada por el hecho de que resultan incompatibles en todo sistema físico. La incompatibilidad no es un “subproducto” del perfil causal de los observables, ni puede derivarse de su patrón de instanciación. La situación es exactamente inversa: el perfil causal de los observables está dado por la naturaleza de la propiedad (de orden superior) de incompatibilidad, que es caracterizada por la propiedad matemática de no-conmutabilidad. Y si bien esta relación “descendente” de determinación nomológica puede ser reconstruida en términos disposicionales (en tanto puede pensarse que la propiedad de incompatibilidad identifica y restringe las disposiciones de los observables), el rasgo estructural en virtud del cual dicha determinación es posible, a

saber, la no-conmutabilidad de operadores, permanece como una cualidad no reducible a disposiciones.

Lo que tenemos aquí es precisamente el tipo de cuadro que el ED pretender reconstruir: existen ciertas propiedades disposicionales básicas (los observables), sobre las cuales se realiza una propiedad de orden superior, que depende-E de dicha base (la incompatibilidad). La propiedad derivada guarda una relación de dependencia-OS con la base sobre la que se realiza: si bien depende-E de ella, las propiedades disposicionales de la base dependen-I de la propiedad derivada: el perfil causal de dos observables está determinado por su vínculo de incompatibilidad, y no a la inversa. Por otra parte, la propiedad derivada tiene los rasgos que le hemos adjudicado. Es semidisposicional, en tanto, por una parte, define el perfil causal de las propiedades sobre las que se realiza, asegurando que todo par de propiedades que la instancien tendrá disposiciones estables que definen su identidad; pero, por otra parte, lo hace en virtud de una naturaleza cualitativa no reducible a meras disposiciones. Además, es estructural, puesto que su naturaleza no es explicitable en términos causales, sino es caracterizada por la propiedad matemática de no-conmutabilidad. Por último, es nomológicamente novel respecto de la base disposicional, pues impone restricciones sobre los patrones de instanciación de las propiedades de la base; el hecho de que dos propiedades incompatibles nunca se instancien simultáneamente con un valor determinado se sigue de la naturaleza cualitativa de la incompatibilidad, y no a la inversa.

4.2. Principios de simetría y leyes de conservación

Como hemos visto, la relación entre los principios de simetría y las leyes de conservación asociadas constituye un fenómeno problemático para el disposicionalista. Es, de hecho, la piedra de toque de la objeción de French al disposicionalismo de Esfeld, y a las variantes disposicionalistas del REOM en general. Si bien he procurado mostrar que el REOE de French no tiene mejor suerte a la hora de dar cuenta de las simetrías, se trata de un escenario relevante en el que el ED debe mostrar eficacia.

La matemática Emmy Noether (1918) plasmó en su célebre teorema el hecho de que a cada simetría (continua) le corresponde una ley de conservación, y viceversa. El enunciado formal del teorema permite derivar una expresión para la magnitud física que se conserva —y, por lo tanto, también la define— solamente de la condición de invariancia. Por ejemplo: la invariancia con respecto a la (dirección del eje de) rotación deriva en la ley de conservación del momento angular, la invariancia de sistemas físicos

con respecto a la traslación deriva en la ley de conservación del momento lineal, la invariancia con respecto a la traslación en el tiempo deriva en la ley de conservación de la energía.

Como ha quedado de manifiesto, estas propiedades representan una compleja dificultad para el disposicionalismo. Bird (2007) concede que las propiedades de simetría son esencialmente matemáticas, y por tanto, irreducibles a disposiciones. Su solución consiste en eliminarlas del podio de las auténticas leyes. En consonancia con su crítica general al disposicionalismo, French & Cei (2010) argumentan que esta respuesta está basada en un malentendido respecto del rol de las simetrías en la física moderna. Del mismo modo, Livanios (2010) desestima todo intento de fundar las simetrías en las leyes de conservación: “las simetrías proporcionan una explicación unificada y no *ad hoc* de la existencia de las leyes de conservación y las magnitudes físicas conservadas. Por el contrario, el esencialismo disposicional proporciona explicaciones pobres o *ad hoc*” (2010: 304).

Para Lange (2007), algunos principios de simetría tienen el estatus de meta-leyes, en tanto explican por qué entre todas las leyes de fuerza hipotéticas existen sólo las que exhiben cierta invariancia. En sus propios términos, los principios de simetría que son meta-leyes gozan de estabilidad contrafáctica, esto es, los mismos principios de simetría regirían incluso si ciertas leyes de más bajo nivel hubiesen sido diferentes.

Nuevamente, hay un sentido en que los principios de simetría que gozan de primacía explicativa respecto de las leyes de conservación trazan el perfil causal de sus instancias (i.e., de dichas leyes de conservación). Esto es así por dos motivos. En primer lugar, las propiedades fundamentales que constituyen el rango de aplicación de las leyes de conservación son individuadas a partir de las simetrías, es decir, parte de su esencia no puede ser descrita en términos disposicionales sin apelar a las invariancias correspondientes. Tomemos el caso de la carga eléctrica. Se ha demostrado que existen transformaciones de una simetría continua interna específica (llamada $U(1)$) que dejan invariante la función de Lagrangiana de cualquier campo. La aplicación del teorema de Noether (que postula la existencia de la ley de conservación y la magnitud correspondientes) a dicha simetría implica una cantidad conservada que puede ser identificada con la carga eléctrica (Ryder 1984: 93). En otras palabras, si bien la simetría depende-E de la realidad de la magnitud que es conservada, la identidad de dicha magnitud se deriva de la simetría correspondiente, es decir, depende-I de ella. En segundo lugar, las simetrías determinan el perfil causal de las propiedades cuyas cantidades son conservadas en el sentido más elemental relativo a la consistencia de sus posibles mediciones. Que la energía tiene la propiedad de ser una magnitud que se

conserva bajo ciertas condiciones determina qué posibles mediciones podemos hacer sobre un sistema que instancia dicha propiedad. La invariancias respecto de la traslación temporal, por poner un ejemplo, determina que sobre un sistema que instancia la propiedad *energía* sólo ciertas mediciones son posibles.

Si bien estos aspectos del rol de las simetrías exhiben su rol relevante en cuando a la individuación de las propiedades correspondientes a las cantidades conservadas y su perfil causal, el sentido propio en que los principios de simetría son nomológicamente nóveles queda de manifiesto cuando se atiende a su relación con las leyes de más bajo nivel, i.e., con las leyes de conservación. Es este aspecto el que muestra su faz nomológica y no disposicional. El punto crucial al respecto reside en que la “fuerza” de la necesidad que portan los principios de simetría es superior a la de las leyes de conservación, o más técnicamente, en una diferencia en el rango de suposiciones contrafácticas bajo las cuales una invariancia se mantiene. Esa diferencia es la que permite a Lange clasificar algunos principios de simetría como meta-leyes que imponen restricciones a sus instancias (i.e. a las leyes de conservación). Es importante notar que esta restricción no es causal, sino nomológica, y tiene además importantes consecuencias empíricas, ya que no sólo garantiza inferencias respecto del comportamiento de instancias conocidas de las leyes de conservación, sino acerca de qué nuevas leyes pueden ser descubiertas en el futuro por la investigación empírica.

Los principios de simetría exhiben un carácter nomológicamente novel, estructural y a la vez determinante del perfil causal, y por tanto de la identidad, de las leyes de más bajo nivel y las magnitudes conservadas, que por tanto dependen-I de dichos principios. Sin embargo, dado que su esencia es fundamentalmente matemática, los principios de simetría no pueden ser elevados al rango de entidades fundamentales, a menos que se esté dispuesto a aceptar la tesis del colapso de la realidad física en la matemática. En tanto determinaciones puramente estructurales, los principios de simetría se realizan sobre la base disposicional, y si bien imponen restricciones nomológicas sobre ella (que determinan en parte su identidad), no son ontológicamente prioritarios respecto de esa base. Por el contrario, dependen-E de ella. De ese modo, el ED, a diferencia del disposicionalismo clásico, es capaz de dar cuenta del rol relevante de los principios de simetría, y del hecho de que resultan nomológicamente determinantes respecto de sus instancias. El ED recoge, por tanto, las intuiciones que guían la crítica de Frech a la posición moderada de Esfeld. Pero el precio que el REOE paga por dar cuenta de la importancia de las simetrías es demasiado alto: fundar la realidad sobre entidades cuya naturaleza es principalmente matemática tiene consecuencias indeseables en cuanto a una adecuada caracterización de la modalidad las leyes, e incluso sobre la posibilidad

de constituirse como un auténtico realismo acerca del mundo físico. El aparato conceptual del ED permite evitar esas dificultades, mostrando que la atribución de un rol nomológicamente determinante a los principios de simetría no tiene que estar atada a su primacía ontológica.

4.3. Otros horizontes de aplicación: propiedades del espacio-tiempo y formas moleculares

Además de las propiedades cuánticas y los principios de simetría, hay otros problemas de larga data en los que el ED podría aportar respuestas superadoras.

Las propiedades espacio-temporales han sido un punto de frecuentes reflexiones por parte de los disposicionalistas. Si bien hay opiniones encontradas respecto de la posibilidad de brindar una caracterización puramente disposicional de la locación espacio-temporal, algunos piensan que no hay razones suficientes para pensar en ella como una propiedad categórica (cf. Mumford 2004). Mi interés aquí, sin embargo, está dirigido hacia un tópico prácticamente inexplorado por los disposicionalistas, que imponen un desafío mucho más serio a su posición. Me refiero a las propiedades globales del espacio-tiempo, es decir, no a las propiedades que una locación espacio-temporal pueda instanciar, sino a las propiedades que el espacio-tiempo en sí mismo puede instanciar. Tomemos el caso de la *curvatura*. El hecho de que el espacio-tiempo instancie esta propiedad determina una conexión necesaria entre la distribución de la masa y la energía en el espacio-tiempo, y define cuáles son los caminos por los que la luz puede viajar a través de él. Dicha propiedad, por tanto, determina el perfil disposicional de la luz, pero lo hace de un modo no causal. Como Colyvan (1999) señala:

La explicación preferida, ofrecida por la relatividad general, es geométrica. No es que algo haga que la luz se desvíe de su ruta habitual; es simplemente que la luz viaja a lo largo de las geodésicas del espacio-tiempo y que la curvatura del espacio-tiempo es mayor en torno a objetos masivos (1999: 3-4)

Con todo, el disposicionalista clásico tiene un modo bastante directo de brindar una respuesta sobre la naturaleza de esta propiedad: la curvatura es *causada* por la masa de los objetos, de modo que habría un camino posible para esclarecer su naturaleza en términos puramente disposicionales. Pero ese no parece ser el caso. No hay ningún intercambio de energía entre un objeto masivo y el espacio-tiempo en sí mismo, ni entre el espacio-tiempo y el camino curvo que la luz sigue (Colyvan 1999: 4). Además, la

relación entre la distribución de la masa y la curvatura del espacio-tiempo no es asimétrica, como se esperaría de una auténtica relación causal. Si bien es cierto que la curvatura del espacio-tiempo ocurre *en virtud de* la presencia de objetos masivos, tanto dicho vínculo como el hecho de que la propiedad determine el perfil causal de otras propiedades, no parecen ser fenómenos de los que pueda darse cuenta en términos causales. Ambos derivan, en cambio, de ciertas propiedades geométricas del espacio-tiempo, cuyo rol nomológico es descrito por la relatividad general. Al igual que ocurre con los principios de simetría, y por exactamente las mismas razones, las propiedades geométricas son un escollo para el disposicionalismo clásico. Bird (2007) reconoce la dificultad que imponen propiedades geométricas como la triangularidad, pero su respuesta es que es dudoso que propiedades tales puedan tener un rol relevante en la constitución de las entidades físicas fundamentales. Sin embargo ese podría no ser el caso si la estructura geométrica del espacio-tiempo resultara ser fundamental, o contribuyera a la constitución de las entidades fundamentales. Por supuesto eso es objeto de una controversia que no será resuelta sino por una teoría unificada del espacio-tiempo, pero al menos no resulta obvio que la solución de Bird pueda contar como una solución definitiva. Por el contrario, el ED provee las herramientas para dar cuenta del rol relevante de propiedades estructurales globales del espacio-tiempo, tanto respecto de ciertas restricciones que éstas imponen de modo no causal sobre la instanciación de otras propiedades (e.g., la energía y la masa), como de su papel determinante de los perfiles causales de dichas propiedades.

Una discusión adicional sobre la que el ED es capaz de echar luz es aquella acerca de la posibilidad de reducir las especies moleculares a las interacciones conocidas en la química cuántica. Es casi universalmente reconocido que la camino de una reducción inter-teórica clásica no está disponible en este campo (cf. Hendry 2010:184), sin embargo, las esperanzas suelen dirigirse hacia una reducción ontológica, iluminada según algunos por la noción de emergencia (Hendry 2010; Llored 2012; Manafu 2015). En este contexto estimo de vital importancia tener en cuenta la observación de Ramsey (1997:247) respecto de que las formas que caracterizan las moléculas no son propiedades intrínsecas sino relacionales ('de respuesta' en su terminología), resultando siempre de algún tipo de interacción que rompe las simetrías de la función de onda y da a los átomos una cierta posición en la estructura. Con todo, una vez constituidas como tales, las formas moleculares parecen nóveles respecto de la estructura básica, y no están individuadas por su rol causal. En ese marco, la relación de dependencia ontológica propia del ED es un camino promisorio para dar cuenta del tipo de emergencia involucrada en este caso. Las estructuras de las moléculas, sostengo, (i)

son nomológicamente nóveles, (ii) se realizan sobre propiedades físicas básicas, (iii) no son individualizadas por sus perfiles causales, sino que tienen una naturaleza cualitativa, definida por especificaciones geométricas que no dependen en cuanto a su identidad de las propiedades que las realizan.

La pertinencia del ED para el análisis de los problemas de las propiedades globales del espacio-tiempo y la reducción de las formas moleculares a las interacciones atómicas requiere de un tratamiento detallado que tenga en cuenta su respectiva complejidad, la que se manifiesta en un enorme número de cuestiones científicas y conceptuales que no pueden ser abarcadas aquí. El objetivo de esta sección, sin embargo, es sugerir la posibilidad de que las herramientas conceptuales del ED sean puestas al servicio de la resolución de estos importantes problemas.

5. Conclusión

El REO eliminativista de French es incapaz de brindar un relato positivo acerca de las leyes de la naturaleza. El tipo de explicación basada en leyes que dicha posición aduce —además de adolecer de varias deficiencias en cuanto a su fundamentación—, se puede identificar con la que es propia de concepciones deflacionarias alineadas con el humeanismo. A su vez, el disposicionalismo puede conducirse hacia el RN, contrariamente al modo en que es habitualmente presentado. Como hemos visto, el Dilema Central formulado por Mumford es insuficiente para mostrar que las leyes no pueden tener un rol relevante aun cuando dependan en algún sentido de sus instancias. Por su parte, el ED pretende articularse como una posición capaz de confrontar con las conclusiones de Mumford. En tal sentido, el ED presenta una serie de ventajas sobre otras formas de disposicionalismo.

- Es capaz de dar cuenta de fenómenos que no pueden ser descritos de manera completa en el marco puramente causal del disposicionalismo clásico, incorporando así la dimensión nomológica como parte constituyente de la estructura del mundo.
- Permite explicar el rol constitutivo de las invariancias en la identidad de las entidades cuánticas sin necesidad de elevarlas al rango de primitivos ontológicos.
- Reivindica la relevancia de las leyes y simetrías, que quedan inexplicadas o son directamente eliminadas en propuestas rivales.
- Es compatible (según la teoría de los universales que se adopte) con modos platónicos o aristotélicos de describir la naturaleza metafísica de las leyes.

Capítulo 10. El marco para el Realismo Estructural Óptico

1. Introducción

Se da por cierto en general que el marco adecuado para la formulación del REO es la concepción semántica de las teorías. A su vez, se sostiene que, considerado tanto en general como una estrategia para describir teorías científicas y su relación con el mundo, como en particular a la luz de los compromisos metafísicos del REO, el enfoque semántico es superior al sintáctico. Las secciones 2.1 y 2.2 de este capítulo cuestionan, respectivamente, ambas afirmaciones. Sostengo, en primer lugar, que a pesar de las apariencias y las declaraciones de muchos de sus promotores, los recursos para la formalización de teorías en el marco de la concepción semántica no muestran una independencia sustantiva respecto de las formulaciones lingüísticas. En segundo término, que la concepción sintáctica de las teorías es al menos tan adecuada como la concepción semántica a la hora de dar cuenta de la relación entre las teorías y el mundo. La última parte de este capítulo está dedicada a mostrar que dicha circunstancia no cambia si se atiende en particular al caso del REO. A tal efecto abordo el problema tradicional de la referencia de los términos teóricos procurando mostrar cómo, mediante recursos propios de la concepción sintáctica, es posible elaborar una propuesta alternativa que resulte coherente con los principios metafísicos del REO.

2. Concepción semántica vs. concepción sintáctica de las teorías

Se ha afirmado en numerosos trabajos acerca del REO (y en casi *todos* ellos se ha dado por supuesto) que el marco adecuado para su formulación es la concepción

semántica de las teorías. Esto obedece a que buena parte de los defensores del REO suscriben la popularizada tesis de que el enfoque semántico es superior al sintáctico (e.g. French and Ladyman 1999: 114). Dicha convicción se inserta en un debate de más de 50 años cuyas variaciones son imposibles de reproducir aquí, pero quisiera destacar las dos principales tesis que la motivan:

- (i) En el enfoque semántico, a diferencia del sintáctico, la reconstrucción de teorías no descansa en el lenguaje.
- (ii) La concepción semántica constituye un medio más ventajoso (o, de hecho, el único medio) para dar cuenta de la relación entre las teorías y el mundo.

Ambas tesis son erróneas. Sostengo, por el contrario, que las concepciones semántica y sintáctica de las teorías (adecuadamente entendidas) son equivalentes en los aspectos relevantes a dichas tesis, es decir, ninguna representa una ventaja sobre la otra ni en lo concerniente a su dependencia del lenguaje, ni en lo relativo a su capacidad de representar el mundo. Ello se vincula con mi convicción más general (que no defenderé aquí) de que ambas concepciones son equivalentes en *todos sus aspectos*. Si bien (i) y (ii) son las principales razones que se han invocado a favor de la concepción semántica, no son ciertamente las únicas. Se ha argumentado, por ejemplo, que la concepción sintáctica depende de una distinción problemática entre términos teóricos y observacionales. Es ese punto el que Suppe toma en cuenta para afirmar que “si la formalización es deseable en un análisis filosófico de las teorías, ésta debe ser una formalización semántica” (1974: 114). Esa crítica es obviamente inadecuada por dos motivos: primero, el enfoque sintáctico no requiere necesariamente de una bipartición del vocabulario. La razón es simple: una teoría empírica puede formalizarse sintácticamente sin recurrir a vocabulario teórico. Segundo (y más importante), buena parte de los enfoques semánticos apelan a dicha distinción (*cf.* van Fraassen 1989, 2003).

Otra imputación frecuente contra la concepción sintáctica refiere a supuestas limitaciones a la hora de dar cuenta de los modelos científicos. Nuevamente, la crítica está basada en malentendidos o simplificaciones excesivas. El término ‘modelo’ está lejos de tener un significado único. Incluso los tratamientos más generales de la noción de modelo científico (e.g. Frigg 2006) admiten que existen profundas diferencias entre la naturaleza y funciones de los modelos físicos, mentales, formales, etc., aun cuando

su pretensión de brindar conocimiento acerca del sistema target (i.e. el fenómeno modelado) obre como factor unificador. Concretamente, la concepción semántica de las teorías no tiene privilegio alguno sobre la sintáctica a la hora de dar cuenta como un objeto físico puede ser diseñado, construido y utilizado para representar el comportamiento de cierto sistema que se pretende estudiar. La pretendida ventaja de la concepción semántica estaría sólo en el campo de los modelos formales, cuando éstos se utilizan para formalizar teorías. Pero esa ventaja es sólo apariencia si (como Lutz (2012) procura mostrar) una teoría formulada con los recursos de la concepción semántica puede siempre reformularse mediante herramientas sintácticas. El punto controversial es entonces si esa reformulación es posible *sin pérdidas* relevantes, en especial respecto de la dependencia/independencia de un lenguaje y la capacidad de la formalización resultante de “capturar” los mismos aspectos objetivos del sistema target que su par modelo-teórica. Si bien no pretendo agotar aquí los aspectos necesarios para probar una equivalencia fuerte entre la concepción sintáctica y la semántica, mis críticas a (i) y (ii) serán suficientes a efectos de mostrar que el marco semántico no es especialmente ventajoso respecto del sintáctico a la hora de emprender la formulación de una posición filosófica como el REO.

2.1. Dependencia lingüística

El enfoque sintáctico de las teorías científicas está ligado de modo indisoluble a la llamada “concepción heredada”, identificada en general con la obra de los miembros del Círculo de Viena, y en particular con los desarrollos de Carnap y Hempel en relación al análisis formal de las teorías científicas. Si bien hay varias notas que caracterizan la concepción heredada, los rasgos centrales que delinean el enfoque sintáctico son dos. En primer lugar, las teorías son concebidas como clases de enunciados formalizables en lógica de predicados. En segundo término, las teorías, formalizadas o no, debían tener una *interpretación semántica*. Dicho de otro modo, el significado de los términos descriptivos de los enunciados que componen una teoría debe ser definido de algún modo. Como es bien sabido, los enunciados que contienen términos teóricos están conectados con otros que sólo apelan a vocabulario observacional por medio de reglas de correspondencia, es decir, enunciados que contienen tanto términos teóricos como observacionales. Si bien la cuestión del significado de los términos teóricos fue siempre espinosa y producto de múltiples controversias, dicho significado tendió siempre a considerarse atado —al menos en forma de restricciones a interpretaciones semánticas— al del vocabulario observacional. Éste, por su parte, recibe

interpretaciones semánticas directas, sean informales, por medio del lenguaje natural, o formales, mediante la semántica tarskiana. En cualquier caso, el punto importante es que una teoría *qua* clase de enunciados debe ser objeto de alguna clase de interpretación semántica. Los resultados de Newman y el argumento modelo-teórico de Putnam pueden ser leídos como la prueba de que si una clase de enunciados carece de una adecuada interpretación semántica puede, en el mejor de los casos, determinar la cardinalidad de cierto dominio.

Evaluar (i) de manera exhaustiva implicaría revisar todas las versiones disponibles de la concepción semántica, lo que resultaría imposible en el marco de los objetivos de este trabajo. Me concentraré, por tanto, en dos de sus formulaciones más populares: la defendida por van Fraassen en sus trabajos tempranos, y la que adoptara posteriormente, en línea con los desarrollos de Suppes. Ésta última es también la versión defendida por los principales promotores del REO.

Comencemos por la primera. Van Fraassen (1970, 1972) afirma que una teoría debe ser presentada como un conjunto de descripciones de estado de sistemas físicos (no relativistas). Un estado de un sistema está definido por los valores sincrónicos de ciertas magnitudes. En mecánica, el estado de cada partícula en un instante lo determina su posición $q = (q_x, q_y, q_z)$ y su momento $p = (p_x, p_y, p_z)$; el estado se puede identificar con el séxtuplo ordenado $\langle q_x, q_y, q_z, p_x, p_y, p_z \rangle$. Los estados se identifican en general con puntos en un determinado sistema de coordenadas, de tantas dimensiones como componentes tengan los estados, tridimensional en el primer ejemplo, hexadimensional en el segundo. A cada tipo de sistema le corresponde entonces un *espacio de estado*, el conjunto de todas las posibles n -secuencias de valores (donde n es la dimensión del espacio); los estados posibles de los sistemas de ese tipo son pues los puntos de ese espacio. Lo que hacen los postulados y leyes de una teoría es imponer constricciones sobre las relaciones entre estados, permitiendo ciertas transiciones o coexistencias entre estados y excluyendo otras. Las transiciones se identifican con determinadas trayectorias en dicho espacio, y las coexistencias con regiones específicas del mismo. Las leyes de una teoría permiten ciertas trayectorias y regiones y excluyen otras; así, de entre todas las trayectorias y regiones *lógicamente* posibles, la teoría determina sólo algunas de ellas, las *físicamente* posibles.

Ahora bien, la interpretación de una teoría científica depende de ciertos “enunciados elementales” de la forma $\neg U(m, r, t) \neg$ que afirman proposiciones “a los efectos de que cierta magnitud física m tenga cierto valor r en cierto tiempo t ” (van Fraassen 1970: 328). Dicha proposición es verdadera si el sistema está en el estado de espacio $h(U)$, donde h es una función de satisfacción. La descripción de los espacios de estados está dada

en el metalenguaje, y se interpreta semánticamente relacionándola con enunciados elementales del lenguaje objeto (i.e. enunciados de la forma $\neg U(m, r, t) \neg$). En otras palabras, el significado de las proposiciones expresadas por los enunciados elementales deriva de una interpretación semántica que se realiza en el metalenguaje, es decir, en el lenguaje natural. Nada impide, entonces, que dicha interpretación apele al aparato de la lógica de predicados. Van Fraassen no niega esa posibilidad, pero la considera una opción inconveniente:

Debemos ofrecer una concepción del lenguaje natural que no lo presente como constituido por una realización de tal esqueleto lógico [de la lógica de predicados] que alguien haya podido idear (...). En mi opinión, sería una pésima opción tratar de describir el lenguaje completo en que una teoría puede ser formulada. La razón es que las descripciones de estructuras en términos de la satisfacción de enunciados es mucho menos informativa que una descripción matemática directa. Podemos escoger en cambio un fragmento muy pequeño, como el que he llamado fragmento de *enunciados elementales*. (van Fraassen 1989: 212-213)

Si bien discrepo con las razones de van Fraassen, ese no es el punto que quiero abordar aquí. Por el contrario, lo importante en este contexto es notar que la única diferencia entre la concepción sintáctica y la estrategia semántica de van Fraassen es su decisión de no echar mano de la lógica de predicados. Por el contrario, las interpretaciones semánticas de los enunciados elementales se realizan en el lenguaje natural, que es un lenguaje interpretado. Pero por lo demás, el enfoque de descripciones de estado apela a interpretaciones semánticas de las teorías tanto como lo hacen las concepciones sintácticas.

Pasemos entonces a otra versión de esta concepción de las teorías. Las propuestas semánticas basadas en estructuras, en cambio, no dependen de esos enunciados elementales, sino de familias de estructuras entendidas en el lenguaje de la teoría de modelos. Es en ese sentido que van Fraassen, en el contexto de su defensa madura del Empirismo Constructivo, afirma que

[d]e acuerdo con la concepción semántica, presentar una teoría es presentar una familia de modelos. Esta familia puede ser descrita de varios modos, mediante enunciados diferentes en lenguajes diferentes, y ninguna formulación lingüística tiene ningún estatuto privilegiado. (van Fraassen 1989: 188).

De ello depende la principal ventaja de la concepción semántica, puesto que “el impacto de la innovación de Suppes se pierde si los modelos son definidos (como en muchos textos estándar de lógica) como entidades parcialmente lingüísticas, cada una vinculada a una *sintaxis particular*” (van Fraassen 1989: 366, el énfasis me pertenece).

El paréntesis introducido por van Fraassen a modo de advertencia está por demás justificado. Una de las maneras más usuales de caracterizar las estructuras apela a la noción de interpretación en un lenguaje o vocabulario específico, i.e., a interpretaciones semánticas que las vinculan con una *sintaxis particular*. Para Chang & Keisler (1990: §1.3, mi notación)³⁶, una estructura S se define como un par ordenado $\langle A, f \rangle$, donde A es un dominio y f una función interpretación que mapea extensionalmente símbolos de relación, función y constantes sobre A . Puesto que la interpretación de dichos símbolos es extensional, un cambio en el aparato simbólico no constituye en realidad ningún cambio de vocabulario: una vez fijada la función f , S descansa sobre un vocabulario (una *sintaxis*) particular.

El tipo de estructuras a las que el defensor de la concepción semántica debería apelar son aquellas que Lutz (2014: 1481) denomina *estructuras indexadas*, que no definen estructura a partir de una interpretación, sino por medio de una familia de relaciones indexadas. Esa es la alternativa adoptada por van Fraassen (2014), da Costa & French (1990) y French & Ladyman (1999). En la presentación de Bell & Slomson (1974: §3.2, mi notación), por ejemplo, se define una estructura S como un par ordenado $\langle A, \{R_i\}_{i \in I} \rangle$, siendo A un dominio y $\{R_i\}_{i \in I}$ un conjunto indexado de relaciones extensionales. Formalmente, un conjunto indexado es equivalente a una función, la diferencia es meramente conceptual. El resultado relevante que este recurso implica consiste en que las relaciones no son identificadas con clases de n -tuplas de elementos de A , de modo que podría haber dos relaciones extensionalmente iguales pero a las que les corresponda.

Sin embargo, si bien esto implica que S no descansa sobre un vocabulario *específico*, no implica que S pueda ser formulada independientemente del tipo de vocabulario que se elija. Puesto que, de hecho, S depende de un *tipo de vocabulario* determinado por las restricciones del conjunto indexado. Si bien las estructuras indexadas admiten ciertas variaciones en el aparato simbólico que se utilice para nombrar relaciones, funciones y constantes, esas variaciones no resultan en ninguna diferencia formal, del mismo modo

³⁶ Un abordaje semejante puede ser encontrado en Hodges (1993: 2).

que un conjunto indexado y una función de indexación entre dos dominios difieren sólo conceptualmente. Como observa Lutz

[f]ormalmente (...) una estructura indexada es indistinguible de una estructura (...), esto introduce el vocabulario por la puerta de atrás. El mapeo desde el conjunto indexado I sobre la el conjunto $\{R_{ij} \mid i \in I\}$ que es necesario para definir tal conjunto indexado es formalmente indistinguible de una interpretación con el vocabulario I . Cualquier afirmación respecto de que I no es un vocabulario sino un conjunto indexado debe sustentarse en compromisos (o más bien en declaraciones) por fuera del formalismo (2014: 1481, mi notación).

La única alternativa disponible para reclamar la independencia del lenguaje es la *innovación de Suppes* celebrada por van Fraassen en la cita reproducida más arriba, a saber, la formalización de una teoría por medio de un *predicado de Suppes*, o *predicado conjuntista* de la teoría (Suppes (1957)). Dicho predicado determina una clase de modelos entendidos en el sentido ordinario de la teoría de modelos.

Sin embargo, considero que este no es un camino promisorio. En primer lugar, puesto que el predicado conjuntista puede determinar, en el mejor de los casos, una estructura indexada que tendrá un vínculo con un tipo específico de vocabulario, tal como acabé de mostrar. Pero en segundo término, porque la teoría de conjuntos representa el peor de los callejones sin salida para el defensor de la concepción semántica. La razón es simple. El predicado conjuntista puede ser formulado en teoría de conjuntos axiomatizada en primer orden, o en alguna lógica de orden superior, o en teoría ingenua de conjuntos. Cualquiera de las dos primeras opciones implica que el predicado conjuntista (¡y por lo tanto la teoría!) están siendo expresados en lenguaje de lógica de predicados y, por lo tanto, en términos de la concepción sintáctica. La única escapatoria es una formulación en teoría ingenua de conjuntos. Pero como el mismo Suppes afirma, las diferencias entre teoría axiomatizada e ingenua de conjuntos no son sustanciales en el contexto de la formalización de teorías científicas:

La única distinción importante entre la teoría de conjuntos axiomatizada y la ingenua es que en teoría axiomática de conjuntos continuamente debemos considerar preguntas acerca de la existencia de conjuntos. Si bien las preguntas acerca de la existencia de conjuntos no serán consideradas aquí, es un asunto simple y de rutina encajar [*embed*] todo lo que aquí se dice (...) dentro de una teoría axiomática de conjuntos bien definida. (2002: 30)

Si ese es el caso, lo único que nos distancia de una equivalencia entre la concepción sintáctica y la semántica es la elección de realizar o no una *tarea simple y de rutina*. Puesto que una vez que un predicado conjuntista es expresado en teoría de conjuntos axiomatizada, su expresión corresponde al lenguaje de la lógica de predicados. Y, como vimos, la independencia de dicho lenguaje es la principal característica que define a un enfoque como semántico.

En resumen, ni la formalización de teorías por vía de estructuras indexadas, ni su expresión por medio de un predicado conjuntista son suficientes para asegurar la independencia de del lenguaje dentro del enfoque semántico. Su principal atractivo respecto de la concepción sintáctica queda así socavado.

2.2. Teorías y representación

Si prescindimos de (i), como ha quedado de manifiesto, la supuesta distinción tajante entre la concepción sintáctica y la semántica queda sumamente desdibujada. Eso no significa, claro, que no persistan algunas diferencias. La más importante de ellas seguramente es la que reside en el modo que una teoría formalizada con las herramientas propias de cada uno de los enfoques se relaciona con el mundo. Es cierto que en tanto distinción categórica la brecha entre ambas posibilidades se diluye, porque si es posible, por ejemplo, convertir la expresión de una teoría mediante su respectivo predicado conjuntista en una formalización explícita en lógica de predicados, o hacer lo propio con una estructura una vez que su vocabulario implícito es especificado, la elección entre una u otra estrategia de formalización parece recalar en cuestiones de estilo, énfasis, o preferencias teóricas. Así y todo, una vez formalizada mediante los recursos de una de las dos concepciones en disputa, el modo en que cada una caracteriza su relación con el mundo —i.e. cómo la teoría llega a cumplir la función epistémica que se supone una teoría debe cumplir— es cualitativamente diferente. Es allí, y no en la dependencia/independencia de una sintaxis particular, donde descansa la mayor diferencia entre las concepciones sintáctica y semántica de las teorías.

En el marco de las concepciones sintácticas, la relación entre la teoría y el mundo se esclarece mediante la *interpretación* del vocabulario de la teoría. Es así que en este contexto la cuestión del significado y referencia de los términos de una teoría adquiere especial relevancia. En las concepciones semánticas, por su parte, la estructura resultante de la formalización de una teoría se relaciona con el mundo mediante un vínculo de *representación*. Hay varios modos de caracterizar ese vínculo, algunos

formales y otros informales. Dentro de los primeros, una relación de isomorfismo entre la teoría y la estructura del mundo es tal vez el recurso más usual.

Es claro que dadas las consideraciones de la sección precedente, la diferencia entre interpretación y representación no puede separar los enfoques sintácticos de los semánticos en un sentido fuerte. Pero incluso en un sentido más débil, las ventajas filosóficas de tratar con una noción de representación pueden todavía inclinar la balanza en favor del semanticismo. Se ha sugerido que constituye una ventaja para la concepción semántica el no tener que lidiar con nociones problemáticas como la de verdad o referencia (Cf. Chakravartty 2001: 327), siendo por tanto más sencillo dar cuenta de la relación entre las teorías y el mundo.

Es indudable, de hecho, que la concepción sintáctica encuentra serios inconvenientes en caracterizar la interpretación del vocabulario de las teorías como una relación que las conecta con el mundo de un modo epistémicamente rico. La referencia de los términos primitivos de una teoría ha sido caracterizada informalmente (e.g. Carnap (1939)) o formalmente, por medio de la semántica tarskiana (e.g. Przełeccki (1969) y Suppe (1971)). Las variaciones de ambas estrategias se extienden a lo largo de toda la filosofía de la ciencia del siglo XX, imbricándose con tópicos tradicionales de la filosofía del lenguaje. Dicho entramado presenta grandes dificultades para la caracterización semántica del vocabulario teórico, sobre todo, como veremos, cuando se lo analiza a la luz de las pretensiones realistas respecto de las teorías. Pero, ¿brindan efectivamente las concepciones semánticas un panorama más simple o alentador? La cuestión es harto compleja e imposible de abarcar aquí en su totalidad. Me limitaré a argumentar, en contra de (ii), que no es en modo alguno evidente que el problema de la relación entre las teorías y el mundo sea pasible de un tratamiento más simple o satisfactorio en el marco de las concepciones semánticas. Ello deja lugar, claro está, para que las concepciones semánticas sean preferibles a la hora de dar cuenta de aspectos precisos en los que la noción de representación es más conveniente que la de interpretación (e.g. la posible aplicación de una teoría a modelos no pretendidos). Pero eso no es suficiente para determinar una superioridad absoluta, en tanto las concepciones sintácticas pueden ser preferibles para el tratamiento de otros aspectos (e.g. la continuidad o discontinuidad epistémica respecto de entidades o interacciones específicas a lo largo del cambio teórico).

De acuerdo con la concepción semántica, entonces, las estructuras que describen una teoría deber relacionarse con el mundo mediante algún tipo de relación de *representación*. Echemos por tanto una mirada rápida a algunos de los modos en los

que se suele esclarecer la naturaleza de esa relación, *i.e.* soluciones posibles a lo que denomino el *problema de la representación*.

Isomorfismo ingenuo

El isomorfismo ingenuo afirma que las estructuras teóricas son isomórficas con “la estructura del mundo”. Ahora bien, como queda expuesto en K-N y en la objeción original de Newman (1928), si no se quiere que esta tesis sea trivial (que las estructuras definan, en el mejor de los casos, sólo la cardinalidad del sistema target) la estructura que se postula como correspondiente al mundo debe ser esclarecida en cuanto a su significado físico. Esto es particularmente difícil, puesto que aquello que ha de entrar en una relación de isomorfismo no es un par de entidades matemáticas, sino una entidad matemática (una estructura) y una física (el mundo). Reichenbach vio el problema con asombrosa claridad. Según entiende, mientras que en el campo de la matemática “el objeto de conocimiento está determinado únicamente por los axiomas y las definiciones” ([1920] 1965: 34), no ocurre lo mismo en el caso de las ciencias fácticas:

El objeto físico no se puede determinar por axiomas y definiciones. Es una cosa del mundo real, no un objeto del mundo lógico de las matemáticas. A primera vista, parece como si el método de representación de acontecimientos físicos mediante ecuaciones matemáticas es el mismo que el de las matemáticas. La física ha desarrollado el método de definición de una magnitud en términos de otras relacionándolas con magnitudes más y más generales y, en última instancia, llegando a "axiomas", es decir, a las ecuaciones fundamentales de la física. Sin embargo, lo que se obtiene de esta manera es sólo un sistema de relaciones matemáticas. Lo que falta en tal sistema es un enunciado acerca de su significado físico, la afirmación de que el sistema de ecuaciones es verdadero en la realidad. ([1920] 1965: 36)

La agudeza de Reichenbach llega incluso a anticipar lo que *no* podría ser una solución a este problema, a saber, la determinación de una “estructura del mundo” por una función entre objetos físicos y matemáticos:

Por ejemplo, si se dan dos conjuntos de puntos, establecemos una correspondencia entre ellos mediante la coordinación de todos los puntos de un conjunto con cada uno de los puntos del otro conjunto. Para este propósito, los elementos de cada conjunto se deben definir; es decir, para

cada elemento debe existir otra definición, además de aquella que determina la coordinación con el otro conjunto. Pero se carece de tales definiciones en uno de los lados de la coordinación cuando se trata con el conocimiento de la realidad. Aunque las ecuaciones, es decir, el lado conceptual de la coordinación, se definen de forma única, no ocurre lo mismo con lo que es "real". ([1920] 1965, 37)

No hay un modo obvio de describir los objetos del mundo (ni siquiera los observables). Tal vez incluso no haya un modo obvio de determinar su cardinalidad. Es por ello que la puesta en correspondencia de la estructura definida por una teoría con la estructura del mundo no es un proceso simple, como lo es el establecer una isomorfía entre estructuras matemáticas. Las complicaciones se multiplican hasta el límite mismo de la posibilidad de describir satisfactoriamente la realidad.

Vocabulario

Muller (2010) caracteriza el poder representativo de las estructuras mediante la asignación de un vocabulario apropiado y su posterior interpretación a partir de nociones semánticas clásicas. La paridad con el enfoque sintáctico no requiere aquí ningún análisis, puesto que eso es *literalmente* lo que ha de hacerse en la concepción sintáctica para determinar la relación entre la teoría y el mundo. Si esta es una solución para el problema de la representación, lo es también para los problemas relativos a la interpretación en el contexto sintáctico.

Similaridad

Para Giere (1988) y Teller (2001) la relación de representación entre la estructura teórica y el sistema target tiene lugar a partir de vínculos de similaridad. Sus propuestas están destinadas a describir la relación de representación en toda la familia de modelos científicos, que incluye modelos físicos, mentales, ficcionales, etc. En el caso de los modelos formales, esa similaridad sólo puede ser estructural. Para no colapsar en el isomorfismo o versiones debilitadas de éste (homomorfismo, isomorfismo parcial), la similaridad puede ser esclarecida en términos de ciertos *comportamientos* del modelo y el sistema físico que está destinado a representar. French & Ladyman (1999) afirman que la noción de similaridad es lo suficientemente vaga e imprecisa como para ser descartada como clave del vínculo representacional. Por su parte, Suárez (2003: 30),

señala que además de su vaguedad, la similaridad resulta insuficiente para la representación. En el *Guernica* de Picasso, por ejemplo, aparecen imágenes que son similares a ciertos objetos en el mundo: toros, lámparas, cuchillos; pero sin embargo dichas imágenes no representan esos objetos, sino más bien los horrores del franquismo. Otra preocupación semejante es expresada por Frigg (2006), quien llama la atención sobre el hecho de que la similaridad no parece tener las propiedades lógicas que usualmente se le atribuyen a la representación. A diferencia de esta última la similaridad es simétrica y reflexiva. Si bien sostengo —al igual que Chakravartty (2009)— que cierto grado de similaridad entre el modelo y el target es necesario para dar cuenta del vínculo representacional, la noción de similaridad no parece ser lo único en juego. La tarea de complementar su rol con el resto de los factores que constituyen la capacidad representativa de una teoría no parece ser una empresa trivial.

Isomorfismo puro o “no es mi problema”

French y Ladyman (1999) afirman que la concepción semántica se ocupa de la relación entre estructuras matemáticas, por lo que el modo en que se deriven estructuras a partir de los fenómenos para ser contrastadas con las subestructuras empíricas de los modelos teóricos no es un asunto que dicho enfoque deba resolver. Eso puede significar dos cosas. La primera es trivialmente verdadera: la concepción semántica, en tanto aplicación de la teoría de modelos al campo específico de las teorías empíricas no encuentra en aquella teoría formal las herramientas para lidiar con la representación de entidades extramatemáticas. Este es un punto trivial, en tanto lo relevante aquí es cómo caracterizar *filosóficamente* la relación entre las teorías y el mundo.

Lo segundo que esa tesis puede querer expresar es una cierta actitud respecto del problema de la representación, que corresponde, según entiendo, a la posición defendida por Brading & Landry, denominada *estructuralismo mínimo* (2006: 577). De acuerdo con esta propuesta, el único foco de atención debe estar puesto en la relación entre los modelos de datos (i.e., los modelos que deben capturar la estructura de los fenómenos) y los modelos teóricos (concretamente, las subestructuras empíricas de dichos modelos), pero eso es todo:

Para establecer una conexión entre los modelos de datos y los teóricos, el estructuralismo mínimo considera únicamente la adecuación del tipo de estructura y no nos debe ningún relato acerca de cómo se conectan los modelos de datos con los fenómenos. Al adoptar una *postura metodológica*

[*methodological stance*], renunciamos a hablar de 'la estructura de los fenómenos' y simplemente comenzamos con modelos de datos. (Brading & Landry 2006: 577)

No considero que esa postura metodológica sea de ninguna utilidad en relación a los problemas del estructuralismo científico. Más allá de ello, es claro que una actitud tal representa una “solución” al problema de la representación en un sentido vacuo; digamos, sólo en el sentido en que no viajar a París representa una “solución” al problema de cómo llegar a París. El estructuralismo mínimo es en realidad una posición que se rehúsa a tratar el problema de la relación entre el mundo y las teorías.

Isomorfismo pragmático

Desde una posición antirrealista en cuanto a las entidades inobservables, pero realista en cuanto a que las teorías brindan un conocimiento estructural acumulativo sobre las entidades observables, van Fraassen (2006a) ha propuesto que el vínculo entre las estructuras empíricas (o *modelos de datos*) y los fenómenos está dado pragmáticamente por el modo mismo en que utilizamos el lenguaje:

Para el empirista constructivo, las teorías no son acerca del mundo. Más bien se refieren al mundo tal como es descrito por nosotros. Esas descripciones, sin embargo, no nos dicen nada acerca de la estructura real del mundo —si es que la hay—porque el hecho de que atribuyamos una estructura a la naturaleza no implica que haya alguna base en el mundo que garantice esa atribución. Las teorías empíricamente adecuadas son verdaderas en un sentido tácitamente indexical. Ellas nos dicen cosas que no podemos negar consistentemente, usando nuestro propio lenguaje. (van Fraassen 2006c: 158)

Decir entonces que una teoría representa los fenómenos es pragmáticamente equivalente a decir que representa los fenómenos *tal como nosotros los describimos* (van Fraassen 2006a: 545). Sin embargo, considero que esta estrategia es inadecuada: las consideraciones pragmáticas o metodológicas resultan insuficientes para limitar el rango de modelos definibles a partir de los fenómenos, por lo que surge lo que denomino *el problema de la arbitrariedad*: si no hay nada en una estructura abstracta que la determine como el modelo adecuado para representar cierto fenómeno y, por otra parte, el fenómeno en sí mismo carece de una estructura objetiva que pueda ser seleccionada

como la interpretación privilegiada, todo el peso de la adecuación entre fenómeno y modelo de datos recae sobre el modo en que el científico construye dicho modelo, es decir, sobre su decisión de representar el fenómeno de cierta manera y de acuerdo con ciertos intereses. No es fácil ver cómo este modo de caracterizar la relación de representación pueda evitar el siguiente resultado indeseable: cualquier modelo de datos resulta adecuado para cualquier fenómeno, si median las decisiones apropiadas.

Hay, por supuesto, otras maneras de caracterizar la relación entre las teorías y el mundo en el marco de la concepción semántica, el panorama que ofrecí no es exhaustivo ni en cuanto a las opciones que considera ni en el tratamiento de las cuestiones centrales de cada enfoque³⁷. Además, estrategias alternativas podrían desarrollarse en el futuro. El objetivo de esta sección no es socavar la plausibilidad de la concepción semántica. Yo mismo sostengo que el isomorfismo pragmático de van Fraassen traza un camino promisorio si se modula la importancia de las determinaciones pragmáticas y se recupera el papel central del mundo en la determinación de la corrección de los modelos. Considero, sin embargo, que las dificultades que aquí se han discutido y los resultados alcanzados son suficientes para mostrar que la caracterización de la relación de representación en el marco de las concepciones semánticas no es más sencilla, ventajosa, o libre de problemas que la interpretación sintáctica. Y ello es suficiente para impugnar (ii).

3. El REO y la concepción sintáctica de las teorías

Pese a lo dicho, podría argumentarse que, incluso si se asume en general que la concepción semántica no resulta ventajosa respecto del enfoque sintáctico, ni en virtud de su pretendida independencia del lenguaje, ni en cuanto a su capacidad de representar el mundo, el REO podría verse como un caso particularmente excepcional. Más precisamente: si se aborda la cuestión de cómo describir las teorías científicas (en especial en lo relativo a su relación con el mundo) *partiendo de los supuestos metafísicos del REO*, la paridad general entre ambos enfoques se quiebra, puesto que

³⁷ Omití aquí, por ejemplo, las denominadas *propuestas deflacionarias*, que afirman que no existe ninguna relación sustantiva de representación, sino más bien una serie de recursos representacionales vinculados a la práctica científica. La razón para esa omisión radica en que, tal como Chakravartty (2009), considero que las propuestas deflacionarias no son auténticas alternativas a las soluciones propuestas para el problema de la representación.

el enfoque sintáctico depende de la lógica de predicados, cuya ontología implícita es una de individuos ontológicamente primarios, y relaciones que presuponen la existencia de dichos individuos.

Creo que esta línea de argumentación podría contestarse mediante un punto sencillo, que apela a la ya citada distinción entre la *presentación* y la *representación* de las entidades del sistema que se pretende describir por medio de un lenguaje. El hecho de que, en el contexto de la lógica de predicados, los individuos sean *presentados* como independientes de las relaciones que los vinculan, y en algún sentido *anteriores* a ellas, no significa que la teoría los *represente* metafísicamente de ese modo. Es precisamente la función de la reflexión filosófica sobre la ciencia esclarecer los términos exactos de esa representación metafísica.

Sin embargo, soy consciente de que este argumento puede juzgarse insuficiente. Revisemos con cuidado entonces las dos tesis centrales que justificarían sostener una prioridad de la concepción semántica sobre la sintáctica, esta vez, en el caso específico del REO:

- (iii) El marco preferido para la formulación del REO ha sido una versión no tradicional de la concepción semántica, a saber, el enfoque de *estructuras parciales*. La capacidad expresiva del lenguaje de estructuras parciales no puede reproducirse en el marco de la concepción sintáctica.
- (iv) Aun cuando una “traducción formal” fuera posible —i.e. aun cuando (iii) no fuese el caso—, la lógica de predicados (en la que descansa la concepción sintáctica) carece de las herramientas *conceptuales* para dar cuenta del compromiso del REO con una ontología de estructuras.

El enfoque de estructuras parciales fue inicialmente desarrollado por da Costa & French (1990) y posteriormente ampliado por da Costa & French (2003) para dar cuenta de la noción de *verdad parcial*. Intuitivamente, se trata de definir sobre un dominio de entidades no sólo aquellas relaciones que sabemos que efectivamente dichas entidades instancian o no instancian, sino una clase adicional sobre las que tenemos un grado de incertidumbre, relaciones que bien podrían darse entre los elementos del dominio o no. Dicha idea se articula sobre la noción de *relación parcial*. Más técnicamente:

Sea A un conjunto no vacío. Una *relación parcial* n -ádica R sobre A es un tripo $\langle R_1, R_2, R_3 \rangle$, donde R_1, R_2 y R_3 son conjuntos mutuamente excluyentes,

siendo $R_1 \cup R_2 \cup R_3 = D^n$, tal que: R_1 es la clase de las n -tuplas que (sabemos que) pertenecen a R , R_3 es la clase de las n -tuplas que no sabemos si pertenece o no a R , y R_2 es la clase de las n -tuplas que (sabemos que) no pertenecen a R . (Nótese que si R_3 es vacía, R es una relación usual n -ádica que puede ser identificada con R_1 .) Una *estructura parcial SP* es un par ordenado $\langle A, R_i \rangle_{i \in I}$, donde A es un conjunto no vacío y $\{R_i\}_{i \in I}$ es una familia de relaciones parciales definidas sobre A . (French 2014: 103, mi notación)

Según French (2014: 102), el enfoque de estructuras parciales “ofrece una cierta flexibilidad formal que nos permite capturar las diversas relaciones existentes entre las teorías, y entre las teorías y “el mundo” de una manera clara y elegante”. Dicho enfoque fue señalado por el artículo fundacional de Ladyman (1998) como el marco indicado para la formulación del REO. Pero como Lutz (2015) probó, todo cuanto es expresable en el lenguaje de estructuras parciales puede ser expresado en lógica de predicados de segundo orden. La noción de verdad parcial, por ejemplo, es reproducible mediante oraciones de Ramsey. Del mismo modo, la idea de brindar definiciones abiertas o incompletas para términos de relación puede ser capturada en el marco de la concepción sintáctica mediante el uso de oraciones reductivas, ya investigadas por Carnap (1939). Es por ello que Lutz afirma que

Es una de las presunciones de la filosofía de la ciencia post-positivista que la concepción heredada es insuficiente para expresar aquellas complejidades de la empresa científica que puede ser expresadas en el enfoque de estructuras parciales. Sin embargo (...) esta suposición es falsa, porque el enfoque de estructuras parciales en sí mismo puede ser expresado en la concepción heredada con la ayuda de vocabulario auxiliar, oraciones de Ramsey y oraciones de reducción bilaterales. (Lutz 2015: 575)

Es claro entonces que no hay motivación alguna para sostener una tesis como (iii). En el siguiente apartado me abocaré a mostrar que tampoco hay buenas razones para suscribir (iv).

3.1. Estructura y términos teóricos

Parte de la plausibilidad de (iv) —la tesis que afirma que incluso cuando una traducción formal del lenguaje de estructuras parciales fuera posible, la lógica de predicados carece de las herramientas conceptuales para dar cuenta de los compromisos del REO—

descansa en el hecho de que la concepción sintáctica depende de manera más directa de la interpretación de cierto vocabulario. Como es sabido, la cuestión de cómo ciertos términos o enunciados llegan a referir a cosas o estados de cosas en el mundo presenta problemas de larga data. El caso de los términos teóricos, sin embargo, parece embarcarnos en dificultades todavía mayores, teniendo en cuenta que su referente resulta ser una entidad inobservable, postulada para dar cuenta de fenómenos observables con los que muchas veces se relacionan de modo sumamente indirecto. Tanto las teorías descriptivistas de la referencia como las causales resultan insatisfactorias para el caso de los términos teóricos, las primeras no pueden acomodarse al cambio de descripciones acerca de una misma entidad a lo largo del cambio teórico, las segundas, trivializan el éxito referencial en tanto señalan como referente de un término a *lo que fuere que causa* cierto fenómeno. En el caso del REO esta cuestión parece todavía más apremiante, en tanto podría pensarse que incluso una solución aceptable al problema de la referencia de los términos teóricos no sería capaz de dar cuenta de las estructuras como entidades básicas de la realidad. Esas dificultades conceptuales se diluyen si el problema se aborda a partir de la estrategia indicada. Concretamente, sostengo que las oraciones de Ramsey, acompañadas de ciertos supuestos metafísicos, constituyen las herramientas apropiadas para brindar una solución coherente con las bases del REO.

Los diversos inconvenientes que el encontrar una teoría de la referencia para los términos teóricos presentó, llevaron a muchos filósofos de la ciencia a poner en duda el hecho de que las cuestiones atinentes a la referencia debieran ser efectivamente consideradas. Las concepciones semánticas florecieron en buena medida bajo la consigna de eludir los problemas propios de la referencia. Dentro de la concepción sintáctica de las teorías tampoco faltaron los intentos de sortear la conflictiva cuestión de la referencia de los términos teóricos. Si bien en esta línea se destacan varios intentos notables de escapar al problema —como el proyecto de Carnap (1936) de elucidar su significado por medio de oraciones reductivas—, la estrategia más célebre y discutida —adoptada posteriormente por el mismo Carnap— es aquella que apela a oraciones de Ramsey como un modo de eliminar el vocabulario teórico de la formulación de una teoría. Recordemos brevemente la propuesta de Ramsey (1931) con relación a los términos teóricos: asumamos que tenemos una teoría finitamente axiomatizable

(1) $T[O_1, O_2, \dots, H_1, H_2, \dots]$

Donde O_1, O_2, \dots son términos observacionales primitivos (constantes de individuo, constantes de predicado, etc.) y H_1, H_2, \dots términos teóricos primitivos. Dado que es finitamente axiomatizable podemos pensarla como una única proposición compleja. La propuesta de Ramsey consiste en generalizar existencialmente sobre (1) a fin de tener como resultado una oración de la forma

$$(2) \quad (\exists X_1) (\exists X_2) \dots T [O_1, O_2, \dots, X_1, X_2, \dots]$$

En (2) todos los términos teóricos son reemplazados por variables X_1, X_2, \dots ligadas por cuantificadores existenciales de segundo orden, por lo que al menos nominalmente dichos términos son eliminados. Como el mismo Ramsey destacó, todas las consecuencias lógicas de (1) que contienen sólo términos O_1, O_2, \dots se siguen también de (2), por lo que si estamos interesados únicamente en las consecuencias observacionales de T podemos deshacernos del vocabulario teórico sin pérdida, reemplazándola por su Oración de Ramsey, en otras palabras, si llamamos T a la teoría de base y T^R al resultado de aplicar la técnica que conduce a (2), T y T^R son empíricamente equivalentes.

El movimiento que lleva de (1) a (2), que podríamos llamar la *ramsificación* de una teoría, puede ser interpretado siguiendo dos grandes líneas. La primera de ellas sostiene que la ramsificación implica la *completa eliminación sin pérdidas* de los términos teóricos de T . Eliminación *completa*, en tanto T^R preserva la estructura de la teoría de base sin hacer referencia explícita a ningún concepto teórico; y además *sin pérdidas*, puesto que se considera que T^R tiene el mismo contenido cognitivo que T . Esta vía de interpretación se ve socavada por dos motivos principales. En primer lugar, suponer que T^R mantiene todo el contenido cognitivo de la teoría de base, y que es por lo tanto equivalente a ella tiene una consecuencia profundamente indeseable: si T es empíricamente adecuada, entonces debe afirmarse que también es verdadera. Sumariamente, la razón es la siguiente: si T es equivalente a T^R , cuando T empíricamente adecuada T^R es verdadera, puesto que T^R afirma todo cuanto T afirma sobre los fenómenos. Ahora bien, si T y T^R son equivalentes, la verdad de T^R es suficiente para que también T sea verdadera³⁸. En

³⁸ Una prueba más completa, aunque todavía intuitiva de lo dicho es la siguiente. Asumamos con la interpretación eliminativista que T^R reemplaza a T sin pérdida. Agregando tan sólo suposiciones básicas sobre la cardinalidad de sus dominios resulta que si T es empíricamente adecuada, entonces es verdadera. Intuitivamente: dado que T^R es consistente, tiene un modelo, llamémoslo M . Sea W el modelo pretendido de T y supóngase que M y W tienen la misma cardinalidad. Dado que T es empíricamente adecuada, tanto ella como T^R salvarán los mismo

otras palabras, comprender de este modo la ramsificación de una teoría termina por hacer colapsar la adecuación empírica en verdad, lo que de plano debería alarmar a cualquier realista. Pero además, la eliminación de los términos teóricos operada por la técnica de Ramsey no es, después de todo, completa. Incluso cuando ningún término teórico aparece en la oración de Ramsey de una teoría, los *conceptos* teóricos sobreviven en la forma de restricciones a las clases de modelos que pueden satisfacer dicha oración. Como Hintikka (1998) hizo notar, el hecho de que la oración de Ramsey se distinga de su teoría de base por ser una oración de segundo orden permite comprender en qué sentido los conceptos teóricos que originalmente fundaron la teoría perduran implícitamente en su versión ramsificada, precisamente en el significado de los cuantificadores de segundo orden.

Hay, con todo, una segunda línea de interpretación respecto del significado filosófico de las oraciones de Ramsey, que Psillos (2012b) llama *vindicatoria*. Según este enfoque, el problema de la referencia de los términos teóricos no se disuelve mediante su eliminación —que, como se ha visto, no es siquiera completa— sino queda solucionado a la luz de una adecuada lectura de la técnica de Ramsey. Puede pensarse entonces que lo que T^R expresa es en realidad una *definición implícita* de los términos teóricos que aparecen en T . De ese modo, la clase de entidades no observables que satisfacen T^R es el significado de los términos teóricos de la teoría de base. Lewis (1970) —quien fue uno de los primeros defensores del descriptivismo causal— dio con el que, sin dudas, representa el mayor problema para esta interpretación: T^R puede ser satisfecha por más de una clase de entidades o, dicho en otros términos, T^R puede ser *múltiplemente realizable*. Por esa razón, Lewis añadió el requisito adicional que prescribe que los términos teóricos de una teoría refieren si y sólo si existe una *única* clase de entidades que satisfacen su oración de Ramsey.

El problema para la interpretación vindicatoria se desplaza entonces hacia la cuestión de cómo el requisito de Lewis puede ser efectivamente cumplimentado. Una respuesta posible es que no hay, de hecho, necesidad de hacerlo. Para Cruse & Papineau (2002),

fenómenos, i.e., el submodelo de empírico de T^R será idéntico al de T . Ahora bien, dado que M y W tienen la misma cardinalidad puede definirse una relación biunívoca R entre los dominios de M y W preservando toda la estructura definida por las relaciones teóricas en W . Puesto que R garantiza la isomorfía entre ambos dominios, T^R es verdadera en tanto tiene un modelo en el dominio pretendido de la teoría; y si es cierto que T^R reemplaza a T sin pérdidas, entonces T es verdadera. En pocas palabras, si T^R es empíricamente adecuada, siempre pueden definirse trivialmente relaciones en el mundo que la satisfagan por completo, por lo que si realmente expresa todo lo relevante en T .

si más de una clase pudiese satisfacer la oración de Ramsey de una teoría, debe entenderse que sus términos teóricos ‘denotan parcialmente’ cada una de ellas. Esta alternativa presenta, sin embargo, varias dificultades. La más notable, sin dudas, es que la noción de denotación parcial no ha sido suficientemente clarificada. Sobre todo cuando ha de entenderse que ni la identidad de naturaleza ni un conjunto común de descripciones asociadas vincula las diferentes clases que han de reunirse bajo la referencia de un mismo término que las denota parcialmente.

Hay, sin embargo, otra respuesta posible al desafío del Lewis. Intentando bloquear las drásticas consecuencias del argumento modelo-teórico de Putnam, Merrill (1980), sugiere que la posibilidad misma de tal argumentación descansa en una mala caracterización del realismo metafísico. En opinión de Merrill, el foco del impacto del argumento se encuentra en una caracterización incompleta del realismo metafísico, puesto que éste no debe incluir sólo la creencia de que el mundo es nada más que una clase de entidades, sino además de que “*esas entidades mantienen unas con otras ciertas relaciones objetivas*” (Merrill 1980: 72). Recordemos que el ataque de Putnam se centra en mostrar —teorema de Löwenheim-Skolem mediante— que bajo ciertas suposiciones plausibles sobre la cardinalidad del mundo y la capacidad expresiva del lenguaje, se sigue que todas nuestras teorías acerca de la naturaleza serían trivialmente verdaderas. Al respecto, Merrill señala que el realismo metafísico debe afirmar más que el hecho de que el mundo es una colección de entidades independientes de la mente. Debe, además, comprometerse con la idea de que se trata de un *dominio estructurado* de entidades, es decir, con que el mundo tal como es en sí mismo incluye ciertas relaciones naturales entre sus componentes. Esa no es otra que la vieja idea de que el mundo puede ser *cortado por sus coyunturas*. La única interpretación verdadera de una oración de Ramsey es aquella que captura las relaciones *reales* o *naturales*, las relaciones que hacen del mundo un *dominio estructurado* de entidades.

Mi propuesta a este respecto es la siguiente: el enfoque vindicatorio puede ser complementado con un supuesto ligeramente diferente del sugerido por Merrill. La atribución de una estructura al mundo no tiene por qué coincidir con la asunción de que esa estructura es ontológicamente secundaria respecto de ciertas entidades fundamentales. Merrill lo entendió de ese modo en el contexto de la discusión del argumento de Putnam: entidades que mantienen ciertas relaciones naturales. Pero el enfoque vindicatorio puede bien complementarse con un supuesto realista más próximo a los compromisos del REO. Basta con suponer, en cambio, que *el mundo posee una estructura modal que puede ser capturada por la oración de Ramsey de una teoría*. De ese modo, el vocabulario teórico es implícitamente definido por la oración de Ramsey,

y refiere a la estructura disposicional fundamental, que se expresa en ciertos patrones de instanciación de propiedades. Es interesante notar que este supuesto, a diferencia del de Merrill, no soluciona el problema de la realizabilidad múltiple, sino más bien lo disuelve: ya no es necesario bloquear la posibilidad de que diferentes clases de individuos realicen la misma estructura relacional. Por el contrario, la oración de Ramsey debe ser interpretada en el nuevo contexto como una descripción de la estructura disposicional y, derivativamente, de la única clase de entidades que esa estructura realiza.

De hecho, la unicidad queda preservada incluso cuando a una misma entidad puedan adscribirse propiedades incompatibles. La tan mentada dualidad onda-partícula es presentada por muchos (e.g. French 1989) como una amenaza letal a la noción tradicional de objeto y/o individuo. Del mismo modo, las limitaciones a las mediciones posibles de observables cuánticos codificadas en el principio de incertidumbre (i.e., el carácter esencialmente incompleto de nuestras descripciones de las entidades cuánticas) no tienen por qué socavar la posibilidad de que el vocabulario teórico refiera exitosamente. De este modo, mi propuesta permite capturar una de las intuiciones básicas que motivaron el desarrollo del REO desde sus comienzos, a saber, la espinosa naturaleza de los “objetos” cuánticos, que inspiró a Ladyman para proponer su disolución en puras estructuras.

Si bien mi propuesta puede acomodarse tanto a versiones eliminativistas como moderadas del REO, las versiones moderadas (como el ED) brindan aun más sustento a la idea de que es posible conservar un vocabulario que alcance a los individuos, pero sólo derivativamente respecto de la referencia primaria a la estructura disposicional.

Mi sugerencia no pretende establecer una posición acabada respecto de la referencia de los términos teóricos en el marco de posiciones estructuralistas, sino tan sólo señalar un camino posible para futuras investigaciones en base a los resultados formales citados en la sección precedente. El enfoque vindicatorio aquí presentado debe ser formulado en términos precisos y puesto a prueba en ejemplos concretos de la historia de la ciencia. Sin embargo, considero que la posibilidad de esos desarrollos es suficiente para socavar la plausibilidad de (iv), mostrando que la concepción sintáctica no sólo puede equipararse al enfoque de estructuras parciales en cuanto a la capacidad expresiva de su formalismo, sino que cuenta con los recursos conceptuales para reconstruir los compromisos del REO de manera filosóficamente satisfactoria.

4. Conclusión

El principal objetivo de este capítulo ha sido mostrar que las principales razones para suponer que el enfoque semántico de las teorías tiene ventajas sustantivas respecto del sintáctico son dudosas. Si bien una conclusión global en tal sentido escapa a los límites de este trabajo, mis argumentos pretenden ser concluyentes en lo referente a establecer que dichas pretendidas ventajas no hacen de la concepción semántica el marco excluyente para la formulación del REO. Concretamente, sugerí que las distintas estrategias para dar cuenta del problema de la representación en el marco de la concepción semántica de las teorías muestran, luego de un análisis detallado, que la caracterización del vínculo entre las teorías y el mundo no es en este marco más ardua que la elucidación de la noción de interpretación propia del enfoque sintáctico. Asimismo, la pretendida independencia lingüística del formalismo semántico termina revelándose como un mero espejismo. La representación no depende menos de una sintaxis particular que la interpretación sintáctica. Sirviéndome de los resultados de Lutz he mostrado, además, que los recursos de ambos enfoques se encuentran a la par en cuanto a su capacidad expresiva, en particular en lo relativo al lenguaje de las estructuras parciales. Por último, tras examinar algunas alternativas disponibles en el debate acerca de la referencia de los términos teóricos, sugerí un camino posible para dar cuenta conceptualmente de los compromisos del REO en el marco de la concepción sintáctica.

De ese modo, la concepción sintáctica se revela como igualmente adecuada que la semántica para albergar una posición filosófica que adjudique a las estructuras primacía ontológica.

Conclusión

Si he tenido éxito, buena parte del interés de este trabajo reside en constituirse como la presentación de una posición filosófica que, salvo notables excepciones —como lo es el caso de French (2014)—, es discutida de modo fragmentario, atendiendo (generalmente de modo exclusivamente crítico) a ciertos aspectos específicos vinculados a propuestas particulares. En estas páginas procuré, sin perjuicio de perseguir el objetivo concreto de elaborar y defender una nueva versión del REO, trazar en cambio un recorrido pormenorizado por los principales aspectos atinentes a sus formulaciones y alcances. Ese recorrido sería incompleto si no comenzase por una revisión crítica de las raíces históricas de esta posición. Como hemos visto, pese a que la aparición del REO —e incluso del RE como propuesta filosófica articulada— es relativamente reciente, varios de sus principios básicos hunden sus raíces en una mirada sobre la ciencia que he llamado *tradición estructuralista*. Esta tradición se ha caracterizado por poner énfasis en el entramado de relaciones definido por las entidades que son objeto de la indagación científica, relegando a un segundo plano la naturaleza intrínseca de dichas entidades. Con finos trazos en las propuestas de Poincaré y Duhem, la tradición estructuralista que identifico se cristaliza como una posición articulada en el empirismo russelliano de *The Analysis of Matter* y su apropiación por parte de Maxwell. Ambos representan un punto de transición entre dos grandes momentos de esta tradición, mixturando elementos de quiebre y continuidad. Tanto Russell como Maxwell están bajo la influencia neokantiana que heredan de Poincaré, lo que deriva en una caracterización estructural del conocimiento completo de la realidad a partir de una teoría causal de la percepción. La obra de Maxwell, son embargo, incorpora las oraciones de Ramsey como el principal medio para esclarecer la noción de estructura, estrategia que no será recuperada sino hasta la formulación de las

versiones más refinadas del REE contemporáneo, posteriores a la sugerencia inicial de Worrall. Más allá de ese detalle, el trabajo de Worrall constituye la piedra de toque de toda la disputa actual en torno al realismo estructural, y marca un nuevo rumbo en la tradición estructuralista. El conocimiento estructural ya no está dado por un proceso inferencial a partir de los datos sensoriales, sino se restringe a las relaciones que mantienen las entidades inobservables postuladas por nuestras teorías científicas. Con todo, como he procurado mostrar, pese a que existen varios rasgos comunes que permiten identificar una estrategia general, las distintas posiciones que han ido constituyendo la tradición estructuralista no han ofrecido una noción uniforme (y a veces ni siquiera precisa) de estructura. El REO no es más que el punto más agudo de dicha tradición, la expresión más radical de su estrategia general de poner el foco en las relaciones en lugar de en los relata. Pero constituye, además, un intento por acercar dicha estrategia a algunos de los pilares del RC tradicional, conjugando el compromiso realista con las entidades inobservables con un relato positivo respecto de la modalidad objetiva y las leyes naturales.

En efecto, he sostenido que si bien el RC no implica *de primera mano* o en sentido fuerte un compromiso con la modalidad y las leyes de la naturaleza, hay buenas razones para afirmar que adoptar una actitud realista respecto de la ciencia requiere, en un sentido más débil, suscribir el RM. He procurado hacer explícitas dos de esas razones que se vinculan, respectivamente, con el principal argumento en favor del RC y con la más popular teoría de la referencia formulada en el marco del realismo.

El ANM, ineludible en cualquier defensa madura del RC, requiere, en tanto se trata de una instancia de la IME, de una particular noción de explicación. He afirmado, en primer lugar, que puesto que esa noción no puede ser otra que la de explicación metafísica, y dado que ésta tiene fuertes implicaciones modales, una defensa del RC por vía del ANM requiere un compromiso indirecto con el RM. En segundo término, mostré que el descriptivismo causal (la teoría de la referencia que representa una síntesis de la estrategia preferida por los realistas a la hora de dar cuenta de la referencia de los términos que refieren a inobservables) sugiere, del mismo modo, compromisos con el RM, que alcanzan indirectamente al realista científico que quiera servirse de dicha teoría, o de alguna de las múltiples variaciones con las que se ha presentado en la literatura contemporánea. Asimismo, sugerí que el RC, si bien no requiere de un compromiso sustancial con las leyes naturales, se ve retóricamente fortalecido si se complementa con la adopción de un RN.

Estos resultados pueden tener una dimensión de interés propio en tanto clarifican algunas relaciones entre debates estrechamente vinculados, pero raramente analizados

en conjunto. Con todo, su propósito en este trabajo es reforzar la idea de que el REO ha venido, con su nuevo acervo de nociones metafísicas, a ofrecer una mirada integradora que permite satisfacer la pretensión de articular un relato único en el que los compromisos centrales del RC se unifican con los del RM y el RN. Asimismo, estas conclusiones preparan el terreno para una nueva objeción a las variantes epistémicas del RE, vinculada a su imposibilidad de alcanzar dicha pretensión.

Hemos visto que la objeción formulada por Newman apenas un año después de la publicación de *The Analysis of Matter* es hasta hoy considerada el principal escollo para la viabilidad de las versiones epistémicas del RE. Por mi parte, he procurado ofrecer una objeción novedosa al REE, que no presupone los resultados de Newman. Concretamente, sostuve que el REE colapsa en un escepticismo tanto modal como nomológico. En efecto, el corazón de la tesis epistémica del REE, el Postulado de Restricción Epistémica, resulta incompatible con el RN, tanto en sus versiones externalistas como internalistas, y, por razones similares, con el RM. El defensor del REE queda clausurado entonces en una posición intermedia, imposibilitado de pronunciarse tanto a favor como en contra de la existencia de la modalidad objetiva y las leyes. Esa circunstancia hace del REE una posición que, en el mejor de los casos, resulta retóricamente debilitada frente a otras alternativas realistas (y, por supuesto, ante sus rivales antirrealistas), y en el peor escenario constituye una opción lisa y llanamente inviable. He argumentado además que mi propia objeción resulta no sólo independiente de la formulada por Newman, sino más fuerte en un sentido relativo, a saber, que formas debilitadas del REE que consiguen evadir el reto de Newman son todavía vulnerables a mi objeción.

Nuevamente, estos resultados tienen tanto una dimensión de interés independiente, como una vinculada más estrictamente a los objetivos generales de esta tesis. Por una parte, permiten delinear una objeción novedosa al REE, independiente de las objeciones presentadas en la literatura, que considero permite impugnar la vía epistémica para la formulación del RE. Por otra parte, resulta especialmente relevante que las razones por las que el REE queda impugnado consistan en su imposibilidad de suscribir compromisos modales y nomológicos que, como he sugerido previamente, deseables e incluso necesarios en la defensa de cualquier posición realista acerca de la ciencia. De ese modo, uno de los objetivos centrales de este trabajo termina de cobrar forma: brindar una versión del RE que sea capaz de articularse adecuadamente con un relato positivo acerca de la modalidad y las leyes naturales. En su versión epistémica, el RE no es capaz de satisfacer ese objetivo. Pero, ¿podría hacerlo alguna de las versiones ónticas?

He argumentado que ninguna de las versiones disponibles del REO, pese a ser casi universalmente presentadas como posiciones realistas acerca de la modalidad y las leyes, puede acomodarse adecuadamente al RN y al RM. Esa es la principal razón para ofrecer el ED como una alternativa en tal sentido. Previamente, sin embargo, fue preciso ofrecer una clasificación completa de las distintas versiones del REO y ahondar en algunos problemas más serios respecto de su formulación.

Los argumentos que motivaron a Ladyman a formular su distinción seminal entre el REE y el REO y la osada afirmación de que conocemos la estructura del mundo inobservable porque ella es *lo único que hay*, dieron lugar a posiciones incluso más radicales, como el REO pitagórico de Tegmark. Pero también, como era esperable, permitió el surgimiento de variantes más moderadas que resignan la eliminación completa de los objetos, tal como la defendida por Esfeld. Las versiones pitagóricas, eliminativistas y el disposicionalismo de Esfeld son las alternativas al ED. Es entonces aquí donde se termina de delinear el segundo objetivo central de este trabajo, a saber, mostrar que el ED es superior a las demás versiones del REO, tanto respecto de brindar (en consonancia con el primero de los objetivos mencionados) un relato que unifique los compromisos estructuralistas con el RN y el RM, como respecto de su capacidad de enfrentar algunas objeciones clásicas que se han alzado contra sus rivales.

He considerado, en primer lugar, la objeción de viabilidad conceptual, una de las más discutidas desde la aparición del REO en la escena filosófica. Como hemos visto, si bien dicha objeción puede ser aplicable a las versiones eliminativistas, las versiones moderadas pueden articularse de modo tal que su pretendida ruptura con los principios de la metafísica tradicional no sea más que aparente. Las categorías conceptuales necesarias para formular estas versiones del REO no difieren significativamente de las que se requieren para construir muchas de las concepciones metafísicas que toman los objetos como entidades primarias. Otras objeciones han sido mucho menos discutidas en la literatura reciente, pero no son por ello una amenaza menor para el REO. Especialmente el ED debe mostrar superioridad sobre sus rivales respecto de esos problemas. Es así que he presentado brevemente el problema del colapso (i.e. la dificultad de contar con una noción satisfactoria de estructura física), la objeción de inviabilidad metodológica y el problema de la modalidad.

El problema del colapso de lo físico en lo matemático en el marco del REO podría después de todo no ser un problema si se asumen como válidos los principios del REO pitagórico. He procurado mostrar, sin embargo, que las razones de Tegmark están quedando socavadas por múltiples consideraciones (entre otras cosas, porque su principal argumento comete petición de principio). En cualquier caso, el REOE no está en mejor

posición a la hora de brindar una noción satisfactoria de estructura física. Los argumentos de French que pretenden justificar esa noción por vía de la distinción de Brading & Landry entre *presentación* y *representación* no resultan convincentes, en tanto no sólo distorsionan la distinción original, sino que lo hacen de un modo en el resultado final no apoya la conclusión inicial. La noción de estructura compartida sugiere, contrariamente a las pretensiones fiscalistas, que las estructuras del REOE colapsan en estructuras abstractas.

Por mi parte, me he ocupado de revisar el debate metafísico contemporáneo en relación a la cuestión del fisicalismo. He mostrado que los enfoques vigentes (que he denominado enfoque *por objeto* y enfoque *por teoría*) resultan insuficientes para brindar una caracterización adecuada de lo físico, o al menos una que pueda acomodarse a las pretensiones del REO. En consecuencia, he propuesto un enfoque mixto que resulta coherente con los lineamientos generales del ED. Dicho enfoque hace justicia, además, a la crecientemente popular propuesta de defender una metafísica naturalizada, pero, asimismo, a la intuición de que la ciencia debe estar metafísicamente informada a la hora de definir su ontología.

El problema de caracterizar adecuadamente una noción de estructura física no es el único con el que una versión aceptable del REO ha de toparse. Desde el arribo del REO, y paralelamente a las imputaciones de inviabilidad conceptual, se ha objetado que existen razones de orden metodológico para dudar de la conveniencia de aceptar una posición metafísicamente arriesgada como el REO. Esta actitud crítica queda perfectamente plasmada en dos momentos de la obra de Chakravartty.

Tempranamente, Chakravartty ha sostenido que el REO es inadmisibles en tanto no satisface al menos tres principios metodológicos básicos: necesidad, rol explicativo y menor número de primitivos. He intentado mostrar que la crítica no ofrece ninguna razón convincente para mostrar que dichos principios no se vean satisfechos en general, y mucho menos en el caso del ED. De todos modos, Chakravartty retoma la cuestión en un trabajo posterior, orientado hacia la defensa de un pragmatismo realista que relativiza la necesidad de dar una discusión que pretenda ser definitiva sobre los compromisos metafísicos necesarios para las formulaciones más elaboradas del RC. Sostiene que tanto las versiones eliminativistas como no-eliminativistas del REO incurrir en un mismo patrón de razonamiento que las coloca en un dilema fatal: o bien deben aceptar un primitivo controversial en su ontología, o bien deben resignar la posibilidad de dar cuenta de la efectividad causal de las estructuras que postulan y, consecuentemente, rechazar dicha variante del REO. Sin embargo, como he procurado mostrar, dicho dilema no alcanza al ED. No sólo porque es dudoso que éste tenga que apelar a una

noción controversial, sino porque, incluso si ese fuera el caso, el ED cuenta con las herramientas conceptuales para dar cuenta de esa noción. En otras palabras, en el marco del ED no es preciso apelar a una noción primitiva, no esclarecida en términos ulteriores, que codifique la idea de una entidad internamente extrínseca. Por el contrario, se provee de una caracterización precisa de ciertas relaciones de dependencia que *explican* cómo es que una entidad relacionalmente caracterizada puede adquirir identidad.

Con todo, la mayor preocupación para los defensores del REO no consiste en una debilidad en el flanco metodológico, sino en una flaqueza interna, alojada en el centro mismo de su posición. El REO se presenta como una doctrina acerca de estructuras físicas, modalmente efectivas (su naturaleza físico, como hemos visto, llega a justificarse a partir de su efectividad modal). Si el carácter modal de las estructuras no es clarificado y adecuadamente justificado, toda la posición corre el riesgo de implosionar. La solución de Ladyman & Ross consiste en apelar a patrones reales, tal como son entendidos en el marco de las ciencias de la información. He sostenido que el uso de esa noción es equívoco e inapropiado para el fenómeno que pretende capturar, pero aun si no lo fuera, la noción de una realidad constituida de patrones reales constituidos por otros patrones se acerca peligrosamente a los principios de las ontologías humeanas, por lo que no es la base indicada para un discurso que afirme el RM. Una solución más elaborada viene de la mano de la más desarrollada versión del REOE. French sostiene que las estructuras postuladas por el REO deben ser identificadas con las leyes y simetrías descritas por la física. La modalidad (y todo el resto de la realidad) se reduce a dichas leyes y simetrías. Por mi parte, creo que esa estrategia queda socavada por toda una serie de razones, pero, fundamentalmente, porque acaba colapsando en una posición humeana. En efecto, las leyes y simetrías son un simple *factum*, y toda la realidad que presuntamente emerge de ellas hereda ese carácter.

Estas consideraciones decantan en un resultado que es de suma importancia para el desarrollo de este trabajo, a saber, que el REOE no es capaz de brindar un relato satisfactorio de la modalidad.

Sin embargo, el REO tiene todavía una esperanza en las versiones no eliminativistas. Es por ello que me he ocupado de exponer los fundamentos del REOM de Esfeld, conjuntamente con algunas nociones y problemas básicos de la metafísica de las disposiciones. Todo ello para mostrar que la versión de Esfeld sucumbe ante una batería de objeciones (en su mayoría adelantadas por Psillos), que configuran lo que denomino

el *dilema de la identidad*. O bien el REOM de Esfeld colapsa en un hipoestructuralismo, o bien falla como concepción estructural de las propiedades naturales.

De este modo, todo el arco de variantes del REO disponibles en la literatura reciente fracasa a la hora de brindar una caracterización de la noción de estructura, capaz de dar un claro sentido al carácter modal de las estructuras que postulan. El ED se armarse entonces con un conjunto de herramientas novedosas, capaces de superar las dificultades que echan por tierra las propuestas eliminativistas, e incluso la versión moderada de Esfeld.

He argumentado que la principal fuente de problemas para el disposicionalismo de Esfeld reside en una inadecuada noción de dependencia ontológica. En su lugar, propongo como base para el ED una noción de dependencia-OA, que distingue dos subtipos de dependencia, dependencia-E y dependencia-I, que pueden correr en sentidos diferentes en una misma relación de dependencia-OA. De ese modo el ED sostiene que los objetos dependen-OA de la base disposicional, de modo tal que existe un dominio de propiedades secundarias semidisposicionales, estructurales y causal/nomológicamente novedosas, que dependen-E de la estructura disposicional fundamental, mientras que dicha estructura disposicional depende-I de las propiedades derivadas. Esta nueva arquitectura metafísica permite evitar varios problemas asociados al disposicionalismo clásico (el APNT, la caracterización del monismo disposicionalista, la atribución de un papel relevante a las simetrías descritas por la física, etc.), y particularmente al REOM de Esfeld. Fundamentalmente, el ED, armado con estas nuevas nociones, es capaz de eludir el dilema de la identidad. Asimismo, he sostenido que el ED es compatible tanto con una teoría platónica como aristotélica de los universales. Si bien mi formulación del ED presupone una versión platónica, la vía aristotélica está abierta para quien la considere más adecuada o prudente.

Si bien la afirmación del RM es condición necesaria para suscribir un RN, para el recorrido de estas páginas estuviese completo fue necesario mostrar no sólo que el ED constituye una versión aceptable del RN, sino que sus rivales eliminativistas y moderados efectivamente fracasan en constituirse como posiciones realistas respecto de las leyes de la naturaleza. Ello es especialmente espinoso en el caso del REOE de French, en tanto se lo presenta como una doctrina que afirma que lo único que existe, en última instancia, son las leyes y simetrías descritas por la física moderna. Si bien la imputación de un colapso en el humanismo adquiere aquí plena relevancia, he procurado señalar otro puñado de dificultades asociadas al movimiento de “ingeniería inversa” que pretende reducir las propiedades y estructuras a las leyes y simetrías. Entre

ellas, que la postulación de invariancias matemáticas como el elemento último de la realidad hace emerger con más fuerza la amenaza del problema del colapso.

De ese modo el ED parece ser la única ruta disponible para sostener en RN en el marco del REO. Pero para que ello sea una posibilidad real es preciso mostrar, previamente, que el RN es en efecto compatible con el disposicionalismo sobre el que se erige el ED. Después de todo, French se vale del Dilema de Mumford para mostrar que no es posible ser realista respecto de las leyes en un marco disposicionalista. Dicho dilema, sin embargo se basa en la una presuposición cuestionable, a saber, que una entidad que superviene o depende en algún sentido de otra no puede jugar un rol determinante respecto de esta última. Por esa y otras razones he concluido que el Dilema de Mumford no consigue mostrar la inviabilidad del RN en un contexto disposicionalista. Sajada esa dificultad, no es problemático afirmar que las propiedades derivadas tienen un papel nomológicamente relevante respecto de la base disposicional. Esto no sólo permite brindar al ED la dimensión nomológica que los objetivos centrales de este trabajo le reclaman, sino mostrar que la posición que defiendo, a diferencia del REOM de Esfeld y otras formas de disposicionalismo, es capaz de asignar un rol relevante a los principios de simetría y las leyes de conservación asociadas. Asimismo, hemos visto cómo el ED puede ser aplica satisfactoriamente a otras propiedades problemáticas como la propiedades de los sistemas cuánticos, las propiedades globales del espacio-tiempo y las formas moleculares.

Dichas conclusiones terminan el recorrido hacia los objetivos de esta tesis. Hemos visto que las variantes del REO disponibles en el debate contemporáneo (tanto eliminativistas como moderadas), no permiten, pese a sus promesas iniciales, articular un relato compacto que conjugue los compromisos básicos del RE, en tanto forma del RC, con una mirada realista sobre la modalidad y las leyes de la naturaleza. Contrariamente, tiene éxito en aunar los compromisos del RN y el RM con los principios fundamentales del RC. Asimismo, el ED sobrevive a diversas las objeciones que se han alzado contra sus rivales, y contra el REO en general. No obstante ello, he intentado despejar lo que considero son algunos molos entendidos respecto del alcance del REO. He mostrado que, a pesar de lo que corrientemente se afirma en buena parte de las defesas del REO, el enfoque semántico de las teorías no presenta ventajas sustantivas para su formulación respecto de la concepción sintáctica. Los recursos habitualmente invocados en las concepciones semánticas no aseguran una independencia completa de un lenguaje o sintaxis particular. Además, las herramientas semánticas están lejos de poder ofrecer una solución al problema de la relación de representación entre los modelos y el mundo que sea superadora respecto de las soluciones conocidas al problema de la

referencia de los términos teóricos. Con todo, me he abocado a esbozar una posible alternativa al enfoque vindicatorio de los términos teóricos según la cual las oraciones de Ramsey, adecuadamente interpretadas y complementadas con los principios metafísicos indicados, permiten hacer sentido de que la teoría refiere de algún modo a la estructura disposicional fundamental.

El REO constituye un fascinante campo de investigación donde convergen problemas clásicos de la filosofía general de la ciencia y nuevos desafíos provenientes de las filosofías especiales. Las disputas en torno a su formulación y problemas específicos se han ubicado entre las más fértiles de la literatura contemporánea. Como sucede con muchas posiciones filosóficas, su impacto inicial y las críticas que éste ha motivado se tradujeron en un importante número de modulaciones que condujeron, en muchos casos, a la articulación de versiones más moderadas. Mi propia versión se inscribe en esa línea, pero procura hacer honor a las intuiciones iniciales del REO en particular, y de la tradición estructuralista en general. Los diez capítulos de este trabajo no han hecho más describir con cierto detalle las raíces y las ramas de esa tradición, para encontrar entre ellas un espacio para el ED. Mucho trabajo queda por hacer en relación a la defensa de su viabilidad y alcances en tanto alternativa a las variantes conocidas del REO. Para cualquiera que haya abrazado esta profesión, esas no pueden ser sino buenas noticias.

Referencias

Ainsworth, P. (2009) "Newman's Objection". *British Journal for the Philosophy of Science* 60, 135-71.

Armstrong, D. Malet. (1983), *What is a Law of Nature?* Cambridge, Cambridge University Press.

Armstrong, D.M. (1986) In Defence of Structural Universals. *Australasian Journal of Philosophy*

Bigelow, J. and R. Pargeter (1990) *Science and Necessity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bird, A. (2006) 'Looking for Laws', symposium review by B. Ellis, A. Bird, and S. Psillos, with a reply by Stephen Mumford, *Metascience* 15: 437–69.

Bird, A. (2007). *Nature's metaphysics: Laws and properties*. Oxford University Press on Demand.

Bell, J. L., & Slomson, A. B. (1974). *Models and ultraproducts: An introduction* (3rd ed.). Amsterdam: North-Holland.

Berenstain, N. & Ladyman, J. (2012), "Ontic Structural Realism and Modality", en Elaine Landry y Dean Ricklets (eds.) *Structural Realism: Structure, Object, and Causality*, Springer Netherlands, p. 149-168.

Berenstain, N. (2016). What a structuralist theory of properties could not be. In A. Marmodoro & D. Yates (Eds.), *The metaphysics of relations*. Oxford: Oxford University Press.

Boyd, R. (1983), "On the Current Status of the Issue of Scientific Realism", *Erkenntnis*, vol. 19, núm 1, pp. 45–90.

Brading, K., and E. Landry. 2006. Scientific structuralism: Presentation and representation. *Philosophy of Science* 73: 571–581.

Brown, J. R. (2002). *Smoke and mirrors: How science reflects reality*. Routledge.

Brown, R., & Ladyman, J. (2009). Physicalism, supervenience and the fundamental level. *The Philosophical Quarterly*, 59(234), 20-38.

Busch, J., (2003). "What structures could not be," *International Studies in the Philosophy of Science*, 17: 211–225.

Cao, T. Y. (2003). Can we dissolve physical entities into mathematical structures?. *Synthese*, 136(1), 57-71.

Carnap, R. (1928), *Der logische Aufbau der Welt*. Berlin: Schlachtensee Weltkreis-Verlag.

Carnap, R. (1939). *Foundations of Logic and Mathematics*. I: 139–213. *Foundations of the Unity of Science. Toward an International Encyclopedia of Unified Science* 3. Chicago and London: University of Chicago Press. References are to the two-volume edition.

Carnap, R.. (1956) *Meaning and Necessity: a study in semantics and modal logic*. Chicago: University of Chicago Press, 2nd edition.

Cartwright, N. (1983), *How the laws of physics lie*. Oxford, Clarendon Press.

Cassirer, E. (1936), *Determinism and Indeterminism in Modern Physics*. Yale:University Press.

Cassirer, E. (1953) *Substance and Function, and Einstein's Theory of Relativity* (Trad. W. C. Swabey y M. C. Swabey) New York, Dover Publications. [1910]

Castellani, E., (1998). *Interpreting Bodies: Classical and Quantum Objects in Modern Physics*, Princeton: Princeton University Press.

Cei, A. & French, S. (2010). "Getting away from governance: a structuralist approach to laws and symmetries". <http://philsci-archive.pitt.edu/5462/>

Chakravartty, A. (1998). Semirealism. *Studies in History and Philosophy of Science*, 29A (3), 391

Chakravartty, A. (2001). *The semantic or model-theoretic view of theories and scientific realism*. *Synthese*, 127, 325–345.

Chakravartty, A. (2003). The structuralist conception of objects. *Philosophy of Science*, 70(5), 867–878.

Chakravartty, A. (2009). Informational versus Function Theories of Scientific Representation. *Synthese* 72:197-213.

Chakravartty, A. (2012). Ontological priority: The conceptual basis of non-eliminative, ontic structural realism. En: E. M. Landry & D. P. Rickles (Eds.), *Structural realism: Structure, object, and causality, western Ontario series in philosophy of science* (pp. 187–206). New York: Springer.

Chakravartty, A. (2013) "On the prospects of naturalized metaphysics", en: Ross, D., Ladyman, J., & Kincaid, H. *Scientific metaphysics*. Oxford University Press

Chakravartty, A. (2015). Particles, causation, and the metaphysics of structure. *Synthese*, -17.

Chisholm, R. (1946), "The Contrary-to-Fact Conditional", *Mind* vol. 55, núm 1, pp. 289–307.

Contessa, G. (2010) "Empiricist Structuralism, Metaphysical Realism, and the Bridging Problem", *Analysis Reviews Vol 70*, Number 3, pp. 514–524

Colyvan, M. (1999) "Causal Explanation and Ontological Commitment", en: U. Meixner and P. Simons (eds), *Metaphysics in the Post-Metaphysical Age: Papers of the 22nd*

International Wittgenstein Symposium, Volume 1, Kirchberg: Austrian Ludwig Wittgenstein Society, pp. 141–6

Crook, S., & Gillett, C. (2001). Why physics alone cannot define the 'physical': Materialism, metaphysics, and the formulation of physicalism. *Canadian Journal of Philosophy*, 31(3), 333-359.

Cruse, P. (2005) 'Ramsey Sentences, Structural Realism and Trivial Realization', *Studies in the History and Philosophy of Science*, 36, pp. 557–76.

Cruse, P. & Papineau, D. (2002) "Scientific Realism Without Reference." En: *The Problem of Realism*, Michele Marsonet ed., 174–189. London, Ashgate.

da Costa, N., & French, S. (1990). The model-theoretic approach in the philosophy of science. *Philosophy of Science*, 57, 248–265.

da Costa, N., & French, S. (2003) *Science and Partial Truth*. New York: Oxford University Press.

Demopoulos, W. & Friedman, M. (1985). "Critical notice: Bertrand Russell's *The Analysis of Matter*: Its historical context and contemporary interest." *Philosophy of Science*, 52: 621–639.

Dennett, D. C. (1991). Real patterns. *The journal of Philosophy*, 88(1), 27-51.

Dorato, M., (2000). "Substantivalism, relationism and structural spacetime realism," *Foundations of Physics*, 30 (10): 1605–1628.

Dretske, F. (1977), "Laws of nature", *Philosophy of Science*, vol. 44, núm. 1, pp. 248-268.

Duhem, P. M. M., (1991) *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton (NJ):Princeton University Press. [1914]

- Ellis, B. (2001) *Scientific Essentialism*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ellis, B. D. (2002). *The philosophy of nature: A guide to the new essentialism*. McGill-Queen's Press-MQUP.
- Enç, B. (1976), "Reference of theoretical terms", *Noûs*, vol. 10, núm. 3, pp. 261-282.
- Esfeld, M. (2004). Quantum entanglement and a metaphysics of relations. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 35: 601–617.
- Esfeld, M. (2009). The modal nature of structures in ontic structural realism. *International Studies in the Philosophy of Science*, 23(2), 179-194.
- Esfeld, M. (2013). Ontic structural realism and the interpretation of quantum mechanics. *European Journal for Philosophy of Science*, 3(1), 19-32.
- Esfeld, M., & Lam, V. (2010). Ontic structural realism as a metaphysics of objects. In *Scientific structuralism* (pp. 143-159). Springer Netherlands.
- Fine, K. (2002), "The varieties of necessity" *Conceivability and possibility*, 2002, pp. 253-282.
- Fine, K. (2012). Guide to ground. *Metaphysical grounding: Understanding the structure of reality*, 37-80.
- French, S. (1989). "Identity and individuality in classical and quantum physics," *Australasian Journal of Philosophy*, 67: 432–446.
- French, S. (1998). "On the withering away of physical objects," in E. Castellani (ed.), *Interpreting Bodies: Classical and Quantum Objects in Modern Physics*, pp. 93–113. Princeton: Princeton University Press.
- French, S. (2006) Structure as a weapon of the realist. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 106(1), 169–187.

French, S. (2014). *The structure of the world: Metaphysics and representation*. Oxford University Press.

French, S. & Ladyman, J. (2003). "Remodelling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure." *Synthese*, 136: 31–56.

French, S., & Krause, D. (1995). A formal approach to quantum non-individuality. *Synthese*, 102, 195–214.

French, S., & Krause, D. (2006). *Identity in physics: A historical philosophical, and formal analysis*. Oxford: Clarendon.

French, S. & Ladyman, J. (1999). "Reinflating the semantic approach." *International Studies in the Philosophy of Science*, 13: 103–121.

French, S. & Ladyman, J. (2003a). "Remodelling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure." *Synthese*, 136: 31–56.

French, S., & Ladyman, J. (2003b). The dissolution of objects: Between platonism and phenomenalism. *Synthese*, 136(1), 73-77.

French, S., & Saatsi, J. (2006). Realism about structure: the semantic view and nonlinguistic representations. *Philosophy of Science*, 73(5), 548-559.

Frigg, R. (2006). Scientific representation and the semantic view of theories. *Theoria. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 21(1), 49-65.

Frigg, R. & Votsis, I. (2011) "Everything You Always Wanted to Know About Structural Realism but Were Afraid to Ask", *European Journal for Philosophy of Science*, 1: 227-276.

Gaeta, R. (1997). *Lenguaje, identidad y necesidad*, Bs. As., Eudeba.

Gaeta, R. (2004). Identidad y referencia, en Orayen, R. y Moretti, A. (comps.), *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*. Vol. Filosofía de la Lógica, Ed. Trotta

Giere, R. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.

Goodman, N. (1947), "The Problem of Counterfactual Conditionals", *Journal of Philosophy*, vol. 44, núm 1, pp. 113–128.

Gower, B. (2000). "Cassirer, Schlick and 'structural' realism: The philosophy of the exact sciences in the background to early logical empiricism." *British Journal for the History of Philosophy*, 8: 71–106.

Hawthorne, J.(2001), "Causal Structuralism," *Philosophical Perspectives* 15: 361–378.

Hempel, C. (1969): 'Reduction: Ontological and Linguistic Facets', in Patrick Suppes, Sidney Morgenbesser and Morgan White (eds.), *Philosophy, Science, and Method: Essays In Honor of Ernest Nagel* (pp. 179–199), St. Martin's.

Hempel, C. (1980): "Comments on Goodman's Ways of Worldmaking", *Synthese XLV*, 193–199.

Hempel, C. & Oppenheim, P. (1948) "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, núm 15, vol 1, pp. 135–175.

Hendry, R. F. (2010). Ontological reduction and molecular structure. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 41(2), 183-191.

Hintikka, J., & Hintikka, M. B. (1989). Towards a general theory of individuation and identification. In *The Logic of Epistemology and the Epistemology of Logic* (pp. 73-95). Springer Netherlands.

Hintikka, J. (1998), 'Ramsey Sentences and the Meaning of Quantifiers', *Philosophy of Science* 65, pp. 289-305.

Hodges, W. (1993). *Model theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jackson, F. (1998a) *From metaphysics to ethics: A defence of conceptual analysis*. Oxford University Press.

Jackson, F. (1998b), "Reference and description revisited." *Noûs*, Vol. S12, No. 32, pp. 201-218.

Ketland, J. (2004). "Empirical adequacy and Ramsification" *British Journal for the Philosophy of Science*, 55(2), 287–300.

Kripke, S. (1972), "Naming and necessity", en Donald Davidson and Holbert Harman (eds.), *Semantics of Natural Language*, Dordrecht, pp. 334 - 342.

Kroon, F. (1987), "Causal descriptivism", *Australasian journal of Philosophy*, vol. 1, núm. 65, pp. 1-17.

Ladyman, J. (1998). "What is structural realism?" *Studies in History and Philosophy of Science*, 29: 409–424.

Ladyman, J. and Ross, D. (with Spurrett, D. and Collier, J.) (2007). *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalised*, Oxford: Oxford University Press.

Lam, V. (2014). Entities without intrinsic physical identity. *Erkenntnis*, 79, 1157–1171.

Lange, M. (2007). Laws and meta-laws of nature: Conservation laws and symmetries. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 38(3), 457-481.

Lange, M. (2009). *Laws and lawmakers: Science, metaphysics, and the laws of nature*. Oxford University Press.

Laudan, L., 1981, 'A Confutation of Convergent Realism', *Philosophy of Science*, 48: 19–48.

Leader, S. (2013), "The no miracles argument:" Capture me if you can!" Ma. Dissertation, University of Cape Town, Sudáfrica.

Lewis, D. (1970). How to define theoretical terms. *The Journal of Philosophy*, 67(13), 427-446.

Lewis, D. (1973), *Counterfactuals*, Cambridge, Harvard University Press,.

Lewis, D. (1984), "Putnam's paradox." *Australasian Journal of Philosophy* No 62 Vol. 3, pp. 221-236.

Lewis, D. (1986), *Philosophical papers, volume II*, Oxford, Oxford University Press.

Lewis, D., (2009) 'Ramseyan Humility', in D. B. Mitchell & R. Nola (eds.), *Conceptual Analysis and Philosophical Naturalism*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 203–222.

Livanios, V. (2010). Symmetries, dispositions and essences. *Philosophical studies*, 148(2), 295-305.

Llored, J. P. (2012). Emergence and quantum chemistry. *Foundations of chemistry*, 14(3), 245-274.

Lowe, E.J. (2010) 'On the Individuation of Powers', in A. Marmodoro (ed.), *The Metaphysics of Powers: Their Grounding and Their Manifestations*, New York: Routledge, 8–26.

Lowe, E. J. (2012). Asymmetrical dependence in individuation. *Metaphysical Grounding: Understanding the Structure of Reality*, Cambridge University Press, Cambridge, 214-233.

Loewer, B. (1996), "Humean Supervenience", *Philosophical Topics*, No. 24, 1996, pp. 101–126

Lutz, S. (2012). On a straw man in the philosophy of science: A defense of the Received View. *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, 2(1), 77–120.

Lutz, S. (2014). What's right with a syntactic approach to theories and models?. *Erkenntnis*, 79(8), 1475-1492.

Lutz, S. (2015). Partial Model Theory as Model Theory. *Ergo, an Open Access Journal of Philosophy*, 2.

Manafu, A. (2015). A Novel Approach to Emergence in Chemistry. In *Philosophy of Chemistry* (pp. 39-55). Springer Netherlands.

Maxwell, G. (1968). "Scientific methodology and the causal theory of perception". I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Problems in the philosophy of science*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

----- (1970). "Structural realism and the meaning of theoretical terms". S. Winokur & M. Radner (Eds.), *Analyses of theories, and methods of physics and psychology* (pp. 181–192). Minneapolis: University of Minnesota Press.

McMullin, E. (1990). "Comment: Duhem's middle way." *Synthese*, 83: 421–430.

Melnyk, A. (1997): "How to Keep the "Physical" in Physicalism", *Journal of Philosophy* 94, 622–637.

Merrill, G. H. (1980) The model-theoretic argument against realism. *Philosophy of Science* 47: 69–81.

Molnar, G. (1969) 'Kneale's argument revisited', *Philosophical Review*, 78: 79–89.

Molnar, G. (2003). *Powers: A study in metaphysics*. Oxford University Press on Demand.

Morganti, M. (2004). On the preferability of epistemic structural realism. *Synthese*, 142(1), 81–107.

Morganti, M. (2008). Identity, individuality and the ontological interpretation of quantum mechanics. PhD Thesis, University of London.

Muller, F. A. (2010). Reflections on the revolution at Stanford. *Synthese*, 183(1), 87–114.

- Mumford, S. (1998) *Dispositions*, Oxford: Clarendon Press.
- Mumford, S. (2004), *Laws in Nature*, London: Routledge
- Newman, M.H.A. (1928). "Mr. Russell's causal theory of perception." *Mind*, 37: 137–148.
- Noether, E. (1918) 'Invariante Variationsprobleme', *Nachr. d. Konig. Gesellsch. d. Wiss. Gottingen, Math-phys. Klasse*, 235-257. Traducción inglesa: Tavel (1971).
- Nola, R. "Fixing the reference of theoretical terms", Vol. 47, núm 4, *Philosophy of Science*, pp. 505-531
- Niiniluoto, I. (1999), *Critical Scientific Realism*, Oxford, Oxford University Press.
- Papineau, D. (2010) 'Realism, Ramsey Sentences and the Pessimistic Meta-Induction', *Studies in History and Philosophy of Science* 41: 375-385.
- Persson, J. (2011). Explanation in Metaphysics? *Metaphysica* Vol. 12 núm 2, pp. 165-181.
- Price, H. and Corry, R. (eds.), (2007), *Causation, physics, and the constitution of reality: Russell's republic revisited*. Oxford, Oxford University Press.
- Przełęcki, M. (1969). *The Logic of Empirical Theories*. Monographs in Modern Logic Series. London and New York: Routledge & Kegan Paul/Humanities Press.
- Psillos, S., (1995), 'Is Structural Realism the Best of Both Worlds?', *Dialectica*, 49: 15–46.
- Psillos, S. (1999), *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, London: Routledge.
- Psillos, S. (2001), 'Is Structural Realism Possible?', *Philosophy of Science*, 68: S13–S24.

Psillos, S. (2012a), "Causal descriptivism and the reference of theoretical terms." En *Perception, realism, and the problem of reference*, Athanassios Raftopoulos y Peter Machamer (Eds.). Cambridge, Cambridge University Press, pp. 212–238.

Psillos, S. (2012b). "Adding Modality to Ontic Structuralism: An Exploration and Critique." in E. Landry and D. Rickles (eds), *Structure, Object, and Causality, Western Ontario Series in Philosophy of Science*; Dordrecht: Springer, 169-186.

Psillos, S. (2014), "Regularities, natural patterns and laws of nature", *Theoria: Revista de teoría, historia y fundamentos de la ciencia* vo. 29, núm. 79, pp. 9-27.

Poincaré, H. (1946), "The Value of Science", traducido por George B. Halsted, *H. Poincaré, The Foundations of Science: Science and Hypothesis, The Value of Science, and Science and Method*, Lancaster, PA: The Science Press. [1913]

Poincaré, H. (1952) *Science and Hypothesis*, New York: Dover [1905]

Putnam, H. (1975a) "The meaning of 'meaning'", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* vol. 7, pp. 131-193.

Putnam, H., (1975), *Mathematics, Matter and Method*, Cambridge: Cambridge University Press.

Quine, W. V. (1951), "Main trends in recent philosophy: Two dogmas of empiricism." *The philosophical review*, pp. 20-43.

Railton, P., (1981), "Probability, explanation, and information", *Synthese*, núm. 48, Vol. 2, pp. 233-256

Ramsey, F. (1931) "Truth and probability." en *The Foundations of Mathematics and other Logical Essays*, Richard BRAITHWAITE, ed. 156-198. Humanities Press, London.

Ramsey, J. (1997), "Molecular Shape, Reduction, Explanation and Approximate Concepts", *Synthese* 111: 233–251

Redhead, M. (2001). 'Quests of a realist', review article of Stathis Psillos's scientific realism: how science tracks truth. *Metascience*, 10(3), 341–347.

Reichenbach, H. ([1920] 1965), *The Theory of Relativity and A Priori Knowledge*. Translated by Maria Reichenbach. Berkeley: University of California Press.

Russell, B. (1912) *The Problems of Philosophy*, Oxford: Oxford University Press

Russell, B. (1927) *The Analysis of Matter*, London: George Allen & Unwin.

Russell, B. (1948), *Human Knowledge: Its Scope and Limits*. London: Routledge.

Russell, B. (1968), *The Autobiography of Bertrand Russell*, vol. 2. London: Allen & Unwin.

Ryder, L. (1985). *Quantum field theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Salmon, W. (1984), *Scientific explanation and the causal structure of the world*, Princeton, Princeton University Press.

Schaffer, J. (2015). What not to multiply without necessity. *Australasian Journal of Philosophy*, 93(4), 644-664.

Schlick, M. (1925), *General Theory of Knowledge*. Traducido por A. E. Blumberg and H. Feigl. New York: Springer-Verlag. [1918]

Shoemaker, S. (1980), *Causality and properties*, Springer Netherlands.

Suárez, M. (2003). Scientific Representation: Against Similarity and Isomorphism. *International Studies in the Philosophy of Science* 17: 225-244.

Suppe, F. (1971). On partial interpretation. *The Journal of Philosophy*, 68(3), 57-76.

Suppe, F. (1974). "The search for philosophic understanding of scientific theories". In F. Suppe (Ed.), *The structure of scientific theories* (pp. 3–241). Urbana, IL: University of Illinois Press.

Suppes, P. (1957). *Introduction to Logic*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

Suppes, P. (2002) *Representation and Invariance of Scientific Structures*. Stanford: CSLI Publications.

Swartz, N. (1985), *The Concept of Physical Law*, Cambridge, Cambridge University Press.

Stoljar, D. (2001): 'Physicalism', Stanford On-line Encyclopedia of Philosophy

Tegmark, M. (2008). The mathematical universe. *Foundations of Physics*, 38, 101–150.

Teller, P. (2001), "Twilight of the Perfect Model", *Erkenntnis* 55, 393–415.

Tooley, M. (1977). The nature of laws. *Canadian Journal of Philosophy*, 7, 667–698.

Tugby, M. (2016). Universals, laws, and governance. *Philosophical Studies*, 173(5), 1147-1163.

van Fraassen, B., (1970) "On the Extension of Beth's Semantics of Physical Theories", *Philosophy of Science* 37, 325-339.

van Fraassen, B. (1972) "A Formal Approach to the Philosophy of Science", en Colodny, R. (ed.), *Paradigms and Paradoxes*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, pp. 303-366.

van Fraassen, B. (1977) The Only Necessity is Verbal Necessity. *Journal of Philosophy*, 74 (2):71 - 85.

van Fraassen, B. C., (1980), *The Scientific Image*, Oxford: Oxford University Press.

van Fraassen, B. C., (1997) 'Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox' in M.L. Dalla Chiara et al. (eds.) *Logic and Scientific Methods*, Dordrecht: Kluwer Academic Press

van Fraassen, B. C. (2006a). Representation: The problem for structuralism. *Philosophy of Science*, 73(5), 536-547.

van Fraassen, B. C., (2006b), "Structure: Its shadow and substance," *The British Journal for the Philosophy of Science*, 57: 275–307.

van Fraassen, B. C. (2006c): "Replies to the papers" *En A. Berg-Hildebrand y C. Suhm (eds.), Bas van Fraassen: The Fortunes of Empiricism. Münstersche Vorlesungen zur Philosophie, De Gruyter, Germany, pp. 125-171.*

van Fraassen, B. C., (2010). Scientific representation: Paradoxes of perspective. *Analysis*, 70(3), 511-514.

Votsis, I. (2004). The epistemological status of scientific theories: An investigation of the structural realist account. PhD Thesis, London School of Economics,

Weyl, H. (1931). *The Theory Of Groups And Quantum Mechanics*. New York: Courier Dover Publications .

Wigner, E. P. (1954). Conservation laws in classical and quantum physics. *Progress of Theoretical Physics*, 11, 437–440.

Wilson, J. (2006). On characterizing the physical. *Philosophical Studies*, 131(1), 61-99.

Worrall, J., (1989), 'Structural Realism: The Best of Both Worlds?', *Dialectica*, 43: 99–124.

Worrall, J. and Zahar, E. (2001) "Ramsification and structural realism," Appendix in E. Zahar, *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, pp. 236–251, La Salle: Open Court.

Worrall, J. (2007) 'Miracles and Models: Why Reports of the Death of Structural Realism May Be Exaggerated', *Royal Institute of Philosophy Supplements* 82: 125-154.

Zahar, E. (1996) 'Poincaré's Structural Realism and his Logic of Discovery', Jean-Louis Greffe, Gerhard Heinzmann and Kuno Lorenz (eds.) *Henri Poincaré: Science and Philosophy*, Berlin: Akademie Verlag and Paris: Albert Blanchard.

Zahar, E., (2001) *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, Chicago and La Salle: Open Court.

Zahar, E. (2007) *Why Science Needs Metaphysics: A Plea for Structural Realism*. Chicago: Open Court.