

REALISMO SELECTIVO: TRES ESTRATEGIAS Y NUEVOS DESAFIOS

Cristián Soto

Universidad de Chile, Chile

orcid.org/0000-0001-5675-8943

RESUMEN: El realismo selectivo ofrece diversas estrategias que buscan responder a los desafíos usuales que enfrenta el realismo científico. Respondiendo a la meta-inducción pesimista, el realismo selectivo nos insta a encontrar criterios de selección que nos permitan identificar aquellos elementos de las teorías científicas que es probable que sobrevivan (o que hayan sobrevivido) escenarios de cambio teórico. El realismo estructural, la propuesta *divide et impera*, y el semirrealismo se encuentran entre las estrategias realistas selectivas. Argumentaremos que, aunque el realismo selectivo representa sin dudas un progreso en vistas de los debates estándares en torno al realismo científico, este da lugar a nuevos desafíos, tales como el prospectivismo o retrospectivismo del realismo selectivo, el colapso del localismo selectivo en el hiperlocalismo, y el desafío siempre presente de dar cuenta de su aplicabilidad a las teorías científicas actuales (en nuestro caso, desde la transición Fresnel-Maxwell a la concepción del campo electromagnético en electrodinámica cuántica).

PALABRAS CLAVE: Realismo Selectivo. Realismo Estructural. Semirrealismo. *Divide et Impera*. Localismo. Campo Electromagnético. Fresnel. Maxwell.

SELECTIVE REALISM: THREE STRATEGIES AND NEW CHALLENGES

ABSTRACT: Selective realism delivers several strategies that aim at responding to the standard challenges that scientific realism faces. While answering to the pessimistic meta-induction, selective realism asks us to find selection criteria that enable us to identify those elements of scientific theories which are likely to survive (or which have survived) scenarios of theory change. Structural realism, the *divide et impera*, and semirealism are among the selective realist strategies. Although they undoubtedly represent a progress in view of standard scientific realism, they face new challenges in view of distinguishing between prospective or retrospective selective realism, the collapse of local selectivism into hyperlocalism, and their suitability to account for current best scientific theories (in our case study, the transition from the Fresnel-Maxwell case to quantum electrodynamical electromagnetic field).

KEYWORDS: Selective Realism. Structural Realism. Semirealism. *Divide et Impera*. Localism. Electromagnetic Field. Fresnel. Maxwell.

1 – EL ADIÓS AL REALISMO INGENUO

Dos compromisos fundamentales del realismo científico dicen relación con sostener que nuestras mejores teorías científicas son aproximadamente verdaderas y con asumir la existencia de las entidades inobservables postuladas por tales teorías. Una versión ingenua del realismo científico adoptaría tales compromisos de manera global, sin distinguir casos en los que resulta adecuado asumir la verdad aproximada de las mejores teorías científicas y la realidad de las entidades inobservables, y casos en los que no. Esta forma global del realismo científico ingenuo sostiene que *cabe interpretar literalmente las teorías científicas, como un todo, asumiendo que ellas son aproximadamente verdaderas de los inobservables que postulan*. Aunque esta versión ingenua del realismo científico ha dejado de ser relevante en los debates recientes, sirve como punto de partida para abordar el desarrollo de diversas formulaciones de realismo selectivo que han ganado preponderancia en los años recientes.

La lectura global del realismo científico ingenuo resulta insuficiente por al menos dos motivos. Primero, las teorías científicas no son uniformes, sino que incluyen una variedad de elementos, tales como ecuaciones, modelos y simulaciones computacionales, entre otros, que poseen distintos grados de abstracción e idealización. El realismo científico ingenuo sugiere interpretar de manera realista cada uno de tales elementos, considerándolos aproximadamente verdaderos, refiriéndose exitosamente a sus sistemas de interés. Ello pasa por alto los diversos roles que cada uno de estos elementos juega en la teorización científica, sobre todo cuando ellos introducen supuestos tales como aguas infinitamente profundas, planos sin fricción y puntos de masa, entre otros. El realismo científico ingenuo nos conduciría no solamente a aceptar la realidad de entidades inobservables, sino en ocasiones a comprometernos con la realidad de situaciones físicamente imposibles.

El segundo motivo que socava al realismo científico ingenuo es ampliamente conocido. A este nos dedicaremos en el resto del presente capítulo al examinar las formas principales de selectivismo. Se trata de la meta-inducción pesimista, que cuestiona la conexión entre el éxito empírico de las teorías en las explicaciones y predicciones, por un lado, y la verdad aproximada de las mismas, por otro. Esbozaremos este argumento en la sección 2, retomando un tema recurrente en la historia de la ciencia en la que constatamos que algunas teorías, que en algún momento disfrutaron de amplio éxito empírico y que por ello eran consideradas verdaderas, fueron posteriormente abandonadas o reemplazadas. En nuestro análisis, prestaremos atención al caso de la transición de Fresnel a Maxwell en la formulación de la teoría electromagnética clásica, delineando diversas respuestas que el realismo selectivo ha esbozado para identificar

aquellos elementos que sobrevivieron – o incluso que podrían sobrevivir en ocasiones futuras – a escenarios de cambio teórico. Este nuevo tipo de realismo es *selectivo*, siendo suficiente que al menos algunos elementos teóricos sean aproximadamente verdaderos y que refieran, cuando corresponda, a entidades inobservables.

El realismo selectivo busca ofrecer herramientas para interpretar los diversos elementos de las teorías científicas con el objetivo de evaluar los méritos para un compromiso realista sofisticado, respondiendo parcialmente a los problemas sugeridos por la meta-inducción pesimista. Ello provee una imagen de la práctica científica que reconoce el éxito empírico de las teorías, a la vez que acepta su falibilidad. Es decir, se adopta, por un lado, un optimismo epistémico acerca del éxito empírico de las teorías científicas, respondiendo a la meta-inducción pesimista, a la vez que, por otro, acoge un escepticismo sofisticado acerca de elementos específicos de las mismas teorías. Con ello, el realismo selectivo impone límites al realismo científico ingenuo, cuya convicción realista era global. Esta vez se afirma, en cambio, que tenemos que restringir nuestros compromisos realistas a solamente aquellos elementos de las teorías científicas que han sobrevivido – o que cabe esperar que sobrevivan – a escenarios de cambio teórico.

Las preguntas centrales son dos: ¿cuáles son los elementos de las teorías acerca de los cuales adoptamos una interpretación realista? ¿Y cuáles son los criterios de selección que nos permiten identificar tales elementos dentro de la trama de la teorización científica? En la sección 3 examinaremos el REE, que sugiere que podemos interpretar al pie de la letra los elementos estructurales matemáticos de las teorías científicas. Como veremos, casos en la historia de la ciencia, entre ellos el de la transición de la teoría de Fresnel a la de Maxwell, nos ofrecen una razón para creer que el componente matemático de las teorías probablemente sobrevive a escenarios de cambio teórico. En la sección 4 evaluaremos la estrategia *divide et impera*, según la cual podemos interpretar literalmente solamente aquellos elementos teóricos que constituyen leyes o los mecanismos que contribuyen indispensablemente al éxito empírico de teorías. Una vez más, en vistas del caso Fresnel-Maxwell, se sostiene que tales constituyentes sobreviven a escenarios de cambio teórico. En la sección 5 analizaremos el *semirrealismo*, que sostiene que los elementos de las teorías que sobreviven a escenarios de cambio teórico son los que refieren a propiedades de detección de primer orden. Las secciones 6-8 evaluarán tres aspectos problemáticos de la estrategia selectiva: si acaso esta funciona prospectiva o retrospectivamente; si el localismo colapsa en el hiperlocalismo; y si puede dar cuenta del

estatus ontológico del campo electromagnético en la transición desde la teoría electromagnética clásica a la cuántica.

2 – LA META-INDUCCIÓN PESIMISTA: EL CASO FRESNEL-MAXWELL

El argumento de la meta-inducción pesimista socava la viabilidad del realismo científico poniendo de relieve la evidencia que ofrece la historia de la ciencia acerca del abandono y reemplazo de teorías que alguna vez fueron consideradas las mejores disponibles en sus campos. Por medio de un razonamiento inductivo, que considera un número de casos específicos en los que ha tenido lugar tal abandono y reemplazo de teorías, se concluye que es razonable asumir que las mejores teorías científicas actuales seguramente enfrentarán un destino similar. La siguiente es la formulación estándar de la meta-inducción pesimista:

(P1) Diversas teorías empíricamente exitosas (T_1 , T_2 , T_3 , T_n) en la historia de la ciencia han sido posteriormente abandonadas y reemplazadas por nuevas teorías en sus dominios;

(P2) Las mejores teorías actuales (T_a) no son diferentes de (T_1 , T_2 , T_3 , T_n).

Por consiguiente,

(C) Tenemos una razón para creer que las teorías (T_a) serán abandonadas y reemplazadas en el curso de la investigación científica¹

Aunque la formulación estándar del argumento fue elaborada por Laudan (1981), encontramos antecedentes en Poincaré, quien afirma:

La naturaleza efímera de las teorías científicas toma por sorpresa al hombre común. Su período breve de prosperidad finalizó; él las ve abandonadas unas tras otras; ve ruinas apiladas sobre ruinas; predice que las teorías hoy de moda sucumbirán en breve cuando les llegue su turno, y concluye que ellas son absolutamente en vano. Esto es lo que él llama la bancarrota de la ciencia (POINCARÉ, 1952 [1905], p. 160; véase WORRALL, 1989, p. 118).

El pasaje de Poincaré no tiene que confundirnos, porque él mismo expone este escenario propio de la meta-inducción pesimista para, acto seguido, mostrar que todavía pueden señalarse los pasos progresivos que la investigación del mundo físico ha dado a lo largo del tiempo. Por ahora, en contra de (P2), puede argumentarse que, después de todo, existe una diferencia entre las mejores teorías pasadas y las presentes, que salta a la vista cuando se considera el grado con

¹ PSILLOS (1999, pp. 101 y ss.) y LADYMAN (2002, pp. 236-237) ofrecen análisis detallados de la meta-inducción pesimista.

el que estas últimas explican y predicen en sus dominios respectivos, junto con la evidencia empírica disponible para ellas, que generalmente incrementa con el tiempo. Sin embargo, quienes defienden la meta-inducción pesimista sostienen que las mejores teorías actuales no son diferentes de las mejores teorías del pasado *en un sentido relevante*, puesto que las diferencias en el poder explicativo y predictivo, junto al incremento en respaldo empírico, no previenen que las mejores teorías actuales sean eventualmente abandonadas y reemplazadas dada la aparición imprevista de fenómenos anómalos o la construcción de teorías todavía mejores.

Ante la meta-inducción pesimista, un supuesto mínimo del realismo selectivo consiste en aceptar que el cambio teórico representa una posibilidad viva en el curso de la empresa científica. La verdad aproximada de las teorías científicas, así como la ontología que ellas presuponen, no son invulnerables a los embates de la observación, la experimentación y la renovación teórica. El realismo selectivo da un paso adelante con respecto al realismo científico ingenuo, reconciliándose con un elemento clave de la práctica científica. Con todo, como hemos indicado, el desafío para el realismo selectivo consiste en identificar aquellos elementos de la teorización científica que han permitido (o podrían permitir) continuidad ante escenarios de cambio teórico, elaborando criterios de selección al respecto.

Un caso histórico abordado por diversas versiones de realismo selectivo corresponde a la transición Fresnel-Maxwell en las teorías clásicas de la óptica física y del electromagnetismo clásico. En los siglos XVII y XVIII se ofrecieron diversas teorías para dar cuenta de la naturaleza de la luz, así como también de su conducta observable en diversos medios.² En las manos de Gassendi y Newton, entre otros, la llamada teoría corpuscular sostiene que los fenómenos lumínicos se explican en términos de partículas materiales emitidas a partir de una fuente en cualquier dirección. Esta teoría explica fenómenos tales como la refracción simple y la dispersión prismática, pero no da cuenta de otros fenómenos observados tales como el cruce de dos rayos de luz, ni de los patrones de interferencia de la luz descubiertos por Young en sus experimentos de doble rendija entre 1802 y 1804. Tales problemas motivaron la búsqueda de teorías alternativas.

² Debido tanto a restricciones de espacio como a los propósitos del presente capítulo, no revisaremos los detalles teóricos de la transición en cuestión. Una exposición histórica minuciosa puede encontrarse en DARRIGOL (2012, capítulos 2-6). Saatsi (2005) analiza en detalle la dimensión filosófica de la cuestión.

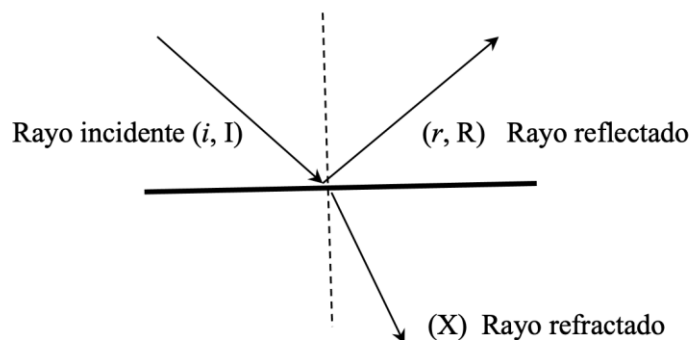
Una segunda explicación de la conducta y naturaleza de la luz fue desarrollada por Fresnel y Maxwell, quienes concibieron la luz en términos de ondas. Según Fresnel (*circa* 1820), la luz consiste en movimientos vibratorios generados por cuerpos lumínicos que se transportan a través de un medio mecánico llamado éter lumínico. Décadas más tarde, tras varios intentos de modelamiento de la dinámica del éter lumínico, Maxwell (*circa* 1860) propuso una segunda versión de la teoría de ondas que condujo al abandono de los intentos de modelación mecánica del éter. Maxwell retomó una serie de ecuaciones propuestas por Fresnel con el objetivo de describir la conducta de la luz en términos de ondas que se transportan a través de un medio incorpóreo que no tenía que ser concebido mecánicamente. La motivación que el realismo selectivo encuentra en el caso de la transición Fresnel-Maxwell se sustenta en el siguiente conjunto de ecuaciones propuestas inicialmente por Fresnel, que posteriormente reaparecieron intactas en la teoría de Maxwell:

$$\begin{aligned}
 R/I &= \tan(i - r) / \tan(i + r) \\
 R'/I' &= \sin(i - r) / \sin(i + r) \\
 X/I &= (2 \sin r \cdot \cos i) / (\sin(i + r) \cos(i - r)) \\
 X'/I' &= 2 \sin r \cdot \cos i / \sin(i + r)
 \end{aligned}$$

En tales ecuaciones tenemos lo siguiente:

- I^2 , R^2 y X^2 son las intensidades de los componentes polarizados en el plano de incidencia de los rayos incidente, reflejado y refractado, respectivamente.
- I'^2 , R'^2 y X'^2 son las intensidades de los componentes polarizados en los ángulos rectos en el plano de incidencia de los rayos incidente, reflejado, y refractado, respectivamente.
- Finalmente, i y r son los ángulos proyectados por los rayos incidente y refractado, respectivamente, con la normal a una superficie plana reflectante.

La siguiente figura modela los fenómenos en cuestión:



No es fácil dilucidar la ontología que involucran las ecuaciones de Fresnel-Maxwell. Psillos (1999, p. 58) afirma que la interpretación física de tales ecuaciones involucra los siguientes elementos:

- *Primero, aspectos observacionales* de la luz, que refieren a cantidades físicas expresadas por las variables de las ecuaciones matemáticas: la amplitud, la intensidad (incidente, reflejada y refractada) y la dirección de propagación.
- *Segundo, supuestos mecánicos y geométricos fundamentales:*
 - El supuesto mecánico mínimo de que la velocidad del desplazamiento de las moléculas del éter es proporcional a la amplitud de la onda de luz.
 - El principio de conservación de la energía, que se aplica a la propagación de la luz en los dos medios.
 - Y el análisis geométrico de la configuración de los rayos de luz en la interfaz de los dos medios.
- *Y tercero, supuestos ontológicos inobservables.* Las teorías de Fresnel y Maxwell apelan a supuestos ontológicos diversos relativos a la naturaleza del medio a través del cual se transporta la luz. En ambos casos se recurre al *éter lumínico* en tanto medio mecánico elástico que explica la vibración de la luz, aunque en las ideas de Maxwell se dan los primeros pasos para abandonar los intentos de modelamiento mecánico del éter.³

El realismo selectivo tiene que identificar criterios que nos permitan decidir qué elementos tenemos que interpretar de manera realista en vistas de las teorías de Fresnel y Maxwell. Primero, en relación con los aspectos observables, el realismo selectivo tiene que decidir si cabe adoptar una interpretación realista de la conducta observable de la luz, conducta a la que accedemos a través de la detección de magnitudes físicas relativas a las intensidades específicas de los rayos incidentes, reflejados y refractados. Tales magnitudes físicas aparecen indexadas en las variables de las ecuaciones Fresnel-Maxwell. Segundo, cabe examinar si se ofrece una lectura realista de los supuestos mecánicos y geométricos que se encuentran de trasfondo a las ecuaciones en cuestión, tales como las ondas transversales y el principio de la conservación de la energía. Y tercero, surge la inquietud acerca del supuesto ontológico del éter lumínico, que Fresnel y Maxwell caracterizan de manera diferente y que fue abandonado en los desarrollos de la electrodinámica del siglo XX, siendo reemplazado por el campo electromagnético. Ciertamente, el realismo selectivo todavía podría sostener que el supuesto ontológico inobservable del éter lumínico no contribuye esencialmente al éxito empírico de la

³ Aunque Maxwell no abandona el éter lumínico, su trabajo tardío ofrece modelamientos matemáticos que prescinden de los compromisos mecánicos de Fresnel. El abandono del éter lumínico y la aceptación de la realidad del campo electromagnético tuvo que esperar al trabajo de Einstein en 1905. Véase Morrison (2000) y Soto y Romero (2020).

teoría, pero aun así encontramos posiciones que defienden que el éter lumínico del siglo XIX, al igual que el campo electromagnético del siglo XX, fue indispensable para el éxito empírico de las explicaciones de la naturaleza y conducta de la luz.

A continuación, en las secciones 3-5, veremos que el desarrollo reciente del realismo selectivo ha logrado un refinamiento substancial en la defensa de la interpretación realista de las teorías científicas. Ahora, más que antes, quienes defienden versiones selectivas del realismo científico se encuentran en condiciones de responder selectivamente a la meta-inducción pesimista. No se ha alcanzado un acuerdo general acerca de la forma adecuada que tiene que tomar el realismo selectivo, pero hay coincidencia en la necesidad de reconocer la fuerza de la meta-inducción pesimista y de asegurar continuidades selectivas.

3 – REE

El REE ofrece una alternativa para lidiar con casos de estudio como el de la transición desde Fresnel a Maxwell. Esta aproximación distingue dos componentes generales de las teorías científicas: el estructural y el físico. El primero está dado por las ecuaciones matemáticas que expresan la teoría, mientras que el segundo refiere a las entidades físicas sobre las cuales cuantifican las variables de la teoría, sean estas observables o inobservables. Asumiendo esta distinción, el REE adopta una forma de realismo selectivo acerca de las estructuras matemáticas de las teorías científicas. En lo que concierne a la dimensión física de las teorías, se permanece agnóstico.

El REE desarrolla ideas presentadas un siglo antes por Poincaré, quien sostiene que el escepticismo que suscita la meta-inducción pesimista es superficial cuando se trata del caso Fresnel-Maxwell:

Ninguna teoría parecía establecida sobre un fundamento más firme que la de Fresnel, la cual atribuyó la luz a los movimientos del éter. Entonces, si hoy se prefiere la teoría de Maxwell, ¿quiere ello decir que el trabajo de Fresnel fue en vano? No, porque el objetivo de Fresnel no era saber si realmente existía un éter, si está o no formado por átomos, si estos átomos realmente se mueven de una u otra manera; su objetivo era predecir los fenómenos ópticos (POINCARÉ, 1952 [1905], p. 160; véase WORRALL, 1989, p 118).

La tesis estructuralista de Poincaré se esboza en los siguientes dos pasajes:

La teoría de Fresnel nos permite actuar hoy en día de la misma manera que lo permitía antes del tiempo de Maxwell. Las ecuaciones diferenciales son siempre verdaderas,

150

ellas siempre podrían ser integradas por los mismos métodos, y los resultados de esta integración todavía preservan su valor (POINCARÉ, 1952 [1905], pp. 160-161; WORRALL, 1989, p. 118).

Y continúa:

No puede decirse que esto sea reducir las teorías físicas a simples recetas prácticas; estas ecuaciones expresan relaciones, y si las ecuaciones son verdaderas, es porque las relaciones preservan su realidad. Ellas nos enseñan ahora, como lo hacían entonces, que hay tal y cual relación entre esta cosa y esta otra; solamente que aquello que antes llamábamos *movimiento*, ahora lo llamamos *corriente eléctrica*. Pero esos son solamente nombres de las imágenes que nosotros sustituimos por los objetos reales que la Naturaleza ocultará por siempre a nuestros ojos. Las relaciones verdaderas entre estos objetos reales son la única realidad a la que podemos acceder (POINCARÉ, 1952 [1905], p. 161; véase WORRALL, 1989, p. 118).

Siguiendo a Poincaré, el REE sostiene que la estructura matemática se conserva en la transición desde Fresnel a Maxwell. La continuidad se restringe a la estructura matemática de ambas teorías y no se extiende a su contenido físico (WORRALL, 1989, p. 117).⁴ Más aún, se afirma que la distinción entre los componentes estructurales y físicos nos permite dar cuenta del éxito empírico de las teorías científicas, escapando a la amenaza de la meta-inducción pesimista. Por un lado, el éxito empírico se refleja en la retención de las estructuras matemáticas, las cuales explican y predicen la conducta de los rayos de luz incidente, reflejado y refractado, tanto en la teoría de Fresnel como en la de Maxwell. Por otro, se reconoce la amenaza de la meta-inducción pesimista, aceptando que el cambio en la transición Fresnel-Maxwell se limitó a supuestos ontológicos inobservables, relativos a las concepciones disímiles del éter lumínico (y la narrativa histórica puede seguir adelante con el abandono del éter lumínico maxwelliano reemplazado por el campo electromagnético).

Uno de los problemas que enfrenta el REE consiste en demostrar que el caso Fresnel-Maxwell es representativo de la historia de la ciencia en su conservación de estructuras matemáticas. Ello permitiría sostener que la presente propuesta acomoda tanto el éxito empírico de las teorías como el cambio teórico, haciendo esperable que el mismo tipo de análisis pueda

⁴ Otro caso que examina Worrall (1989, p. 103) es la teoría de la gravitación newtoniana y su continuidad en la teoría general de la relatividad de Einstein. La primera teoría cuenta con un amplio éxito empírico a su favor, explicando fenómenos físicos tales como las variaciones de la gravedad en la superficie de la tierra y las perturbaciones de las órbitas planetarias que se alejan de las elipses keplerianas estrictas. Sin embargo, la teoría de la gravitación de Newton fue reemplazada por la teoría general de la relatividad de Einstein durante la primera mitad del siglo XX, y la continuidad sólo tuvo lugar formulando la ecuación de la gravitación universal como un caso límite de las ecuaciones de campo de la relatividad general.

proyectarse a otros campos de investigación. Pero este no parece ser el caso. Primero, la conservación exacta de estructuras matemáticas en la transición de una teoría a su sucesora no es usual en la historia de la ciencia. Y segundo, la continuidad de la mera estructura matemática desde una teoría a su sucesora no garantiza continuidad en nuestra concepción de los fenómenos, que es lo que interesa en la investigación científica. Si es el caso que el componente estructural de una teoría A sobrevive a un escenario de cambio teórico, reapareciendo en la teoría sucesora B, ¿es ello suficiente para sostener que la estructura matemática refiere a los mismos sistemas físicos en las teorías A y B? La respuesta depende de las consideraciones de cada caso, pero en general se reconoce sin problemas que una misma estructura matemática puede acomodar diversas ontologías. Asimismo, al sostener el realismo acerca de la preservación de estructuras matemáticas, surge el problema de si la evidencia experimental, que permite testear las consecuencias observacionales de las teorías A y B, permite confirmar la verdad o realidad de las estructuras matemáticas conservadas. Después de todo, si el realismo es acerca de estructuras matemáticas, las respuestas positivas a estos problemas son perentorias, aun cuando no es claro que ellas estén disponibles para el REE sin una elaboración ulterior de sus compromisos en ontología matemática.

Para explicar la continuidad a través de procesos de cambio teórico, el REE puede recurrir al argumento del milagro, pero esta vez en una versión estructuralista que asegure la conexión entre la preservación de estructura matemática y el éxito empírico. Psillos explora esta opción:

El éxito predictivo es acumulativo; vale decir, teorías sucesivas predicen al menos tanto como predecían las teorías precedentes. Pero la estructura matemática también es acumulativa; vale decir, las teorías sucesivas incorporan la estructura matemática de las teorías precedentes. Por consiguiente, existe una correlación entre la acumulación de estructura matemática y la acumulación de predicciones. Las predicciones exitosas sugieren que la teoría va por el camino correcto. Luego, la afirmación de que la estructura matemática ‘conservada’ de la teoría representa correctamente la estructura del mundo explica este éxito predictivo (PSILLOS, 1995, pp. 27-28).

En el mismo pasaje, Psillos explicita el razonamiento subyacente a este argumento:

- i. Las teorías que gozan de éxito empírico y predictivo son acumulativas: las teorías sucesoras predicen al menos tanto como sus teorías precedentes.
- ii. La estructura matemática también es acumulativa en tanto que las teorías sucesoras incorporan las estructuras matemáticas de sus teorías precedentes.
- iii. Existe una correlación entre (i) y (ii).

- iv. Ahora bien, se cree que las teorías empíricamente exitosas representan correctamente la estructura del mundo.
- v. Por consiguiente, si las tesis (i-iv) son el caso, cabría aceptar que la estructura matemática conservada en el paso de una teoría a otra representa correctamente la estructura del mundo.

El argumento en cuestión concluye que la continuidad de estructura matemática garantiza continuidad ontológica. El REE tiene que demostrar que existe una correlación entre (i) el éxito empírico y (ii) la conservación de estructuras matemáticas. Aunque sugerente, este argumento carece de cimientos sólidos, sobre todo si se considera que con ello el REE se limita a asumir la correlación entre los aspectos (i) y (ii) de la investigación científica. Pero tales aspectos son independientes entre sí, en tanto que la preservación de estructura matemática por sí sola no garantiza continuidad ontológica, ni asegura el éxito empírico en teorías sucesivas.⁵ Después de todo, aunque las ecuaciones de Fresnel reaparecen en la teoría de Maxwell, ambas teorías concebían de manera dispar el éter lumínico, y ambas finalmente acabaron por no dar cuenta de fenómenos lumínicos revelados con posterioridad.

Un problema diferente es el siguiente. El REE tiene que ofrecer un criterio para distinguir entre los componentes estructurales y no estructurales de las teorías, por un lado, y los componentes estructurales y no estructurales del mundo, si los hay, por otro. La cuestión no se aborda con precisión desde el REE.⁶ Worrall aplica esta distinción entre componentes estructurales y no estructurales a las teorías científicas, dejando abierta la posibilidad de que ella se correlacione con una demarcación similar en el mundo físico. La cuestión es importante, puesto que si el REE tiene que ser entendido como una versión robusta de realismo selectivo que cuenta con herramientas para responder a la meta-inducción pesimista, este tiene que aclarar si las dimensiones estructurales y no estructurales de las teorías se correlacionan con dimensiones correspondientes en la realidad, al igual que si acaso la distinción entre estructuras matemáticas y estructuras físicas en el mundo puede ser trazada con claridad. Desde la perspectiva del REE, la actitud realista se remite a la interpretación de las estructuras matemáticas de las teorías científicas, las cuales se asume que ofrecen conocimiento genuino de los aspectos estructurales de la realidad.⁷ Tales inquietudes tienen que ser resueltas si se

⁵ Lo mismo puede sugerirse desde la perspectiva ontológica: dos teorías sucesivas empíricamente exitosas en un dominio específico no garantizan la continuidad de estructuras matemáticas.

⁶ Todavía otro asunto es este: si acaso el realismo estructural ofrece criterios para distinguir entre estructuras matemáticas y estructuras físicas. Véase Soto (2019a), Soto (2019b), y Soto y Bueno (2019).

⁷ Véase también Psillos (1995, 1999, 2001 y 2009).

quiere mantener en pie la correlación entre (i) éxito empírico y (ii) las estructuras matemáticas relevantes que han sido conservadas en la transición de una teoría a su sucesora.

¿Es el REE suficientemente realista? Contamos con diversas respuestas. Quienes defienden esta propuesta tienen que mostrar que la estructura matemática relevante de una teoría representa aspectos relevantes de la estructura de la realidad. Dado el carácter matemático de la teorización científica, que involucra abstracciones e idealizaciones de diverso tipo, queda por explicar cómo funciona la representación científica basada en modelos matemáticos al referir a fenómenos físicos. La respuesta a este problema suscita cuestiones epistemológicas y ontológicas que forman parte del debate actual en la intersección entre la filosofía general de las ciencias y la filosofía de las matemáticas aplicadas. Entre otros, Pincock (2007, 2011 y 2012) ha destacado que la representación matemática puede introducir más estructura que la que se requiere para representar los aspectos relevantes de un sistema físico, incluyendo estructura matemática excedente que, si bien no tiene por objetivo representar un aspecto concreto de un dominio físico, resulta indispensable para la representación o explicación de los fenómenos relevantes. Similarmente, la estructura matemática puede ofrecer menos componentes estructurales que los que se necesitan para representar los aspectos físicos relevantes de un sistema. Por sí solo, el uso de las matemáticas en la derivación de predicciones empíricas exitosas no asegura que la matemática representa la estructura del fenómeno. Por el contrario, en algunos casos, “la presencia de matemáticas es un signo de que ignoramos los mecanismos causales subyacentes” (PINCOCK, 2011, p. 74). Sea como fuere, falta todavía aclarar el proceso de aplicación de estructuras matemáticas a sistemas físicos, explicando el rol epistémico de las primeras en la producción de conocimiento científico.

Con respecto a si, el REE responde a la amenaza de la meta-inducción pesimista, podemos identificar el alcance y los límites de la reconstrucción del realismo desde esta perspectiva si revisamos la ontología que obtenemos al examinar el caso Fresnel-Maxwell. Entre otras cosas, se nos recomienda restringir nuestro compromiso realista a las ecuaciones de las teorías, las cuales corresponden al componente estructural que explica aspectos de los fenómenos observables de la luz. Esta aproximación podría no ser suficientemente realista en tanto que descarta una interpretación realista de los referentes físicos – sobre todo los elementos inobservables – que presuponen las teorías de Fresnel y Maxwell. El compromiso con las estructuras matemáticas no es un indicador claro acerca de un compromiso ontológico similar con las magnitudes físicas indexadas por las variables de las ecuaciones, que en definitiva

pretenden informarnos acerca de la constitución física de la luz y no solamente acerca de las relaciones entre ciertas magnitudes. Aún más, no se aclara por qué nuestro compromiso ontológico con los aspectos observables de la luz, a los que accedemos a través de procesos de medición y detección, tiene que estar mediado por un conjunto de estructuras matemáticas. Estas estructuras matemáticas no deciden nuestro compromiso ontológico con supuestos inobservables, tales como la naturaleza corpuscular u ondulatoria de la luz, ni la realidad del éter lumínico que sirve de medio para la propagación de ondas de luz en la transición Fresnel-Maxwell. Tales consideraciones ponen en cuestión la viabilidad del REE.

4 – *DIVIDE ET IMPERA*: LEYES Y MECANISMOS CAUSALES

Recordemos la defensa estándar del realismo científico: la mejor explicación del éxito empírico de la ciencia consiste en asumir que las teorías científicas actuales son aproximadamente verdaderas (PSILLOS, 1999, p. 78). La meta-inducción pesimista rompe la conexión entre el *éxito empírico* de las teorías y su *verdad aproximada*, señalando que la historia de la ciencia ofrece casos en los cuales algunas teorías, que eran juzgadas empíricamente exitosas, fueron posteriormente falseadas, y en consecuencia abandonadas o reemplazadas por nuevas teorías. Esto demostraría que el éxito empírico no es un indicador inequívoco de la verdad aproximada de las teorías. Por consiguiente, si el realismo científico nos invita a sostener que las teorías actuales empíricamente exitosas son aproximadamente verdaderas, se requiere todavía un argumento adicional que asegure el vínculo entre ambas.

Psillos propone un estilo de realismo selectivo que llama *divide et impera*, el cual restringe la interpretación realista de las teorías científicas a aquellos elementos que son responsables de su éxito empírico. Tal conjunto lo constituyen las leyes y los mecanismos que son indispensables para la explicación causal de los fenómenos. La estrategia *divide et impera* afirma que tales constituyentes sobreviven a escenarios de cambio teórico. La siguiente es la formulación de la propuesta:

Supóngase que H, junto con otra serie de hipótesis H' (y algunas auxiliares A), entraña una predicción P. H contribuye indispensablemente a la generación de P si H' y A por sí solas no entrañan P y no hay ninguna hipótesis disponible H* que sea consistente con H' y A que pueda reemplazar a H sin pérdidas relevantes en la derivación de P (Ídem, p. 105).

Se requiere, pues, un criterio que demarque entre aquellos constituyentes teóricos que son *indispensables* para el éxito empírico de las teorías y aquellos que no lo son. Una vez que se ha establecido tal distinción podría defenderse la conexión entre éxito empírico y verdad aproximada. La estrategia *divide et impera* tendría que identificar casos concretos de retención de constituyentes teóricos que sean indispensables para explicar el éxito empírico de teorías pasadas, señalando que algunos de tales constituyentes han sido retenidos en nuestras mejores teorías actuales, siendo indispensables para el éxito empírico de estas últimas.

Psillos elabora dos casos de estudio: la teoría calórica del calor en contraposición a la teoría cinética molecular, y las teorías ópticas del éter lumínico en el electromagnetismo clásico.⁸ En lo que sigue, nos remitiremos al segundo estudio, que sigue la línea narrativa de Worrall acerca de la transición Fresnel-Maxwell. La aproximación *divide et impera* plantea dos interrogantes: ¿qué supuestos ontológicos fueron responsables del éxito empírico de las teorías en el caso Fresnel-Maxwell? ¿Y cuál es el alcance de la interpretación realista de estas teorías científicas? Las respuestas a tales preguntas son claves para delimitar el alcance del realismo selectivo según el *divide et impera*.

La estrategia *divide et impera* distingue diversas partes en las teorías con el propósito de matizar el realismo. Con respecto a la teoría de Fresnel, se adopta una interpretación realista acerca de los aspectos observacionales de la luz, interpretados como magnitudes físicas resultantes de las mediciones de los rayos de luz incidente, reflejado y refractado. Igualmente, se es realista acerca del carácter transversal de los rayos de luz, acomodando el principio de conservación de la energía y adoptando una interpretación realista de la luz como una magnitud física vectorial, tal como lo sugiere Fresnel. Estos elementos serían preservados en la transición desde la teoría de Fresnel a la de Maxwell.

Con todo, ¿tenemos que recomendar una interpretación realista del éter lumínico de Fresnel? Por un lado, Psillos (1999, p. 158) parece responder negativamente a esta pregunta.

⁸ Véase PSILLOS (1999, p. 113). El caso de estudio de la teoría calórica muestra que la representación calórica de la causa del calor como un material fluido no fue un componente teórico central de la teoría, como Laudan (1981, p. 26) afirma. El calórico como un fluido material no era una entidad teórica que la comunidad científica relevante estimara que contribuía indispensablemente al éxito empírico de la teoría. Psillo va más allá: la formulación de la meta-inducción pesimista en contra del realismo no encontraría suficiente respaldo en la historia, si se consideran los constituyentes causalmente indispensables de las teorías. El argumento de Laudan descansa en la tesis de que los términos teóricos, que se creyó que eran aproximadamente verdaderos, resultaron ser falsos, y que las entidades que ellos postulaban fueron excluidas de la ontología científica. La evidencia histórica mostraría, según Psillos, que el calórico en tanto fluido material no fue concebido en tales términos.

Aun cuando Fresnel no recurrió a ningún modelo mecánico específico del éter en su derivación de las ecuaciones matemáticas que explican la conducta observable de la luz, se tuvo en mente un supuesto ontológico erróneo acerca de la constitución del éter en tanto medio a través del cual se propagan las ondas de luz. Esto ofrece una razón para descartar el realismo acerca de la constitución ontológica del éter.

Sin embargo, en otras partes, Psillos (1999, pp. 296-297) apela al realismo semántico con el propósito de argumentar que existe una continuidad en la transición desde la concepción del éter lumínico desde Fresnel a Maxwell, y desde ahí al campo electromagnético. El trabajo de Hardin y Rosenberg (1982) motiva esta línea de la discusión. El éter lumínico es usualmente considerado una entidad inobservable espuria sin referente en la realidad, pero un examen detallado de la teoría de Fresnel mostraría que tal término teórico refiere a lo que posteriormente se llamó campo electromagnético. El caso Fresnel-Maxwell descansa en un trasfondo teórico común, el cual incluye la dinámica de Lagrange y el principio de la conservación de la energía. El realismo semántico conduce a sostener que el mecanismo al que intenta referir el término teórico *éter lumínico* es parcialmente responsable del éxito empírico de la teoría.

Una dificultad diferente surge en vistas del carácter prospectivo o retrospectivo de la estrategia *divide et impera*, punto sobre el cual volveremos en la sección 6. En ocasiones se ha sostenido críticamente que la propuesta de Psillos ofrece un argumento meramente *post hoc* que reconstruye escenarios de cambio teórico en la historia de las ciencias desde la perspectiva privilegiada del presente. En particular, esta propuesta no contaría con las herramientas para decidir *a priori* qué constituyentes de nuestras mejores teorías científicas actuales podrían sobrevivir a escenarios futuros de cambio teórico. Por el contrario, la estrategia *divide et impera* tiene que esperar a que el trabajo científico obtenga en primer lugar sus resultados: la investigación científica testea las predicciones, P , derivadas de $H + H' + A$; descarta que $H' + A$ permite derivar las predicciones P ; y evalúa si se dispone de una hipótesis alternativa H^* que, sumada a H' y A , permita obtener P . Al restringirse a la reconstrucción de casos históricos, la estrategia *divide et impera* se beneficia de la mirada retrospectiva, promoviendo una lectura tendenciosa de la historia, en tanto que las mejores teorías del pasado son leídas a la luz de las mejores teorías actuales.⁹

⁹ Parte de esta discusión puede seguirse en las contribuciones de LADYMAN y ROSS. (2007, p. 91); HARKER (2013, p. 85); PETERS (2014, pp. 378-380).

Las dificultades en torno a las aproximaciones retrospectivas o prospectivas dejan a la vista uno de los límites del realismo selectivo en general. De hecho, veremos que una tercera forma de realismo selectivo, llamada semirrealismo, enfrenta el mismo desafío. No solamente los argumentos no son decisivos para escoger entre retrospectivismo y prospectivismo, sino que no es evidente que podamos esperar que el razonamiento filosófico a priori anticipe prospectivamente escenarios futuros de cambio teórico. La aproximación *post hoc* de la estrategia *divide et impera*, aunque limitada al estudio acucioso de casos históricos, constituye una alternativa inicialmente adecuada para las elaboraciones del realismo selectivo. Continuaremos con este punto en la sección 5 y lo sistematizaremos en 6.

5 – SEMIRREALISMO: PROPIEDADES Y DETECCIÓN

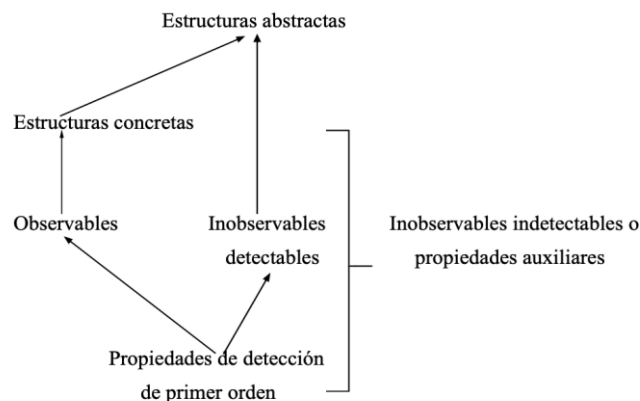
El semirrealismo introduce una tercera alternativa de realismo selectivo que intenta salvar la actitud realista y responder a la meta-inducción pesimista. Esta propuesta adopta una concepción de la ontología de acuerdo con la cual los particulares y las estructuras se presentan de manera conjunta. Los elementos ontológicos claves se caracterizan de la siguiente manera. Primero, se distingue entre las estructuras concretas y las abstractas. Las estructuras concretas son relaciones entre propiedades de primer orden, tales como la masa, la carga, la aceleración y el volumen. Las propiedades de primer orden son propiedades causales típicas que le confieren disposiciones a los particulares que las poseen para participar de relaciones e interacciones específicas. Por ejemplo, la masa es una propiedad de primer orden que otorga la disposición a acelerar a diferentes velocidades bajo diversas condiciones en las que se aplican ciertas fuerzas. En cambio, las estructuras abstractas son propiedades formales de relaciones de orden superior, que pueden ser instanciadas por dos o más estructuras concretas, las cuales a su vez refieren a dos sistemas físicos diferentes constituidos por propiedades de primer orden distintas. Además, el conocimiento de las estructuras concretas conlleva conocimiento de los particulares que participan de ellas.

Segundo, el semirrealismo distingue entre *propiedades de detección* y *propiedades auxiliares*. Las primeras “son propiedades causales que uno ha logrado detectar” (CHAKRAVARTTY, 2007, p. 47). Mientras que las propiedades de detección son propiedades de primer orden que conocemos por contacto causal con el mundo gracias a mecanismos de detección, las propiedades auxiliares poseen un estatus ontológico indeterminado, siendo

postuladas con el propósito de facilitar la explicación y permitiendo mayor simplicidad o unificación. Las propiedades de detección son usualmente indexadas por las variables de las ecuaciones matemáticas que expresan una teoría, mientras que las auxiliares exceden la interpretación mínima de las ecuaciones. Con todo, cuáles sean las propiedades de detección de primer orden depende del alcance de nuestros mecanismos de detección, así como también del acuerdo que las comunidades científicas adopten a la hora de acordar umbrales de evidencia para sostener que tales o cuales propiedades han sido detectadas.

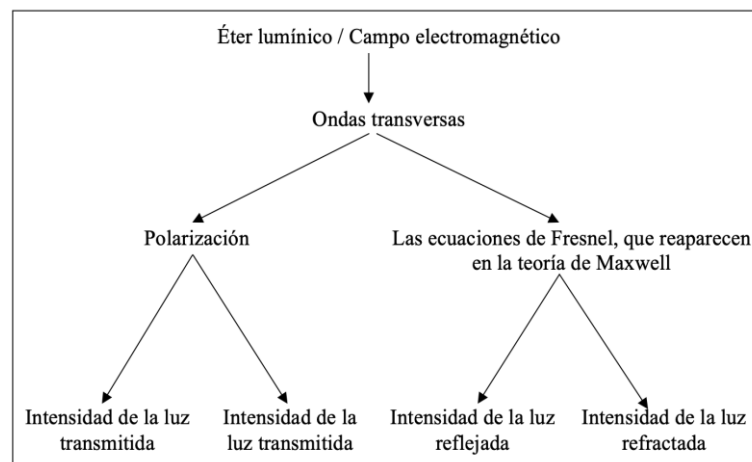
El semirrealismo introduce una tercera distinción entre entidades *observables* e *inobservables*. Los fenómenos observables son aquellos que podemos detectar con el solo uso de nuestros sentidos, sin la ayuda de otros instrumentos. En cambio, los fenómenos inobservables son aquellos a los que accedemos con la ayuda de instrumentos de observación. A su vez, los inobservables se dividen en *detectables* e *indetectables*. Los primeros corresponden a aquellos particulares (propiedades, objetos, eventos y procesos) que conocemos gracias al empleo de tecnologías de detección. Ejemplos estándares de tales tecnologías son los microscopios y los telescopios, pero también aquellos casos en los que se construyen ambientes experimentales para acceder a evidencia empírica acerca de fenómenos que sólo se manifiestan en ciertas escalas de energía, tales como los colisionadores de partículas subatómicas. En cambio, los particulares inobservables e indetectables son aquellos que sobrepasan el alcance de nuestros sentidos asistidos por nuestras mejores tecnologías de detección. Tales inobservables indetectables constituyen los supuestos ontológicos postulados con el objetivo de robustecer el poder explicativo de las teorías.

El siguiente esquema, que sigue la propuesta de Chakravartty (2007, p. 15), organiza las distinciones introducidas hasta el momento:



Un primer caso a favor del semirrealismo corresponde a la transición desde las teorías del flogisto a las teorías del oxígeno, mientras que el segundo retoma las teorías ondulatorias de la luz, siguiendo la línea narrativa del caso Fresnel-Maxwell.¹⁰ Para responder a la meta-inducción pesimista y salvar, aunque parcialmente, el realismo, el semirrealismo propone una interpretación mínima de las ecuaciones matemáticas que expresan las teorías. ¿En qué consiste una interpretación mínima de las ecuaciones de Fresnel, que fueron conservadas en la teoría de Maxwell? En tales ecuaciones se analiza la luz como una perturbación de onda, y la polarización de un rayo de luz ordinaria es resuelta en dos planos componentes. El semirrealismo sugiere que las intensidades y las direcciones de propagación representadas por variables específicas de las ecuaciones corresponden a propiedades de detección de primer orden acerca de las cuales se puede ser realista.

Los componentes de la teoría de Fresnel que fueron conservados en la teoría de Maxwell son los siguientes:



¹⁰ En cuanto a la transición desde las teorías del flogisto a las teorías del oxígeno –la primera defendida, entre otros, por Stahl y Priestley, mientras que la segunda, por Lavoisier–, el semirrealismo refuerza la distinción entre propiedades de detección y propiedades auxiliares. En contra de varias defensas recientes del realismo que afirman que hay continuidad en la transición desde las teorías del flogisto a las del oxígeno, el semirrealismo destaca una serie de diferencias entre el flogisto y el oxígeno, debilitando así la supuesta continuidad. Por un lado, la teoría del flogisto propone una explicación de fenómenos tales como la combustión, la calcinación y la respiración postulando un proceso físico en el que se remueve la sustancia incolora, inodora e insípida llamada flogisto. Por otro lado, la teoría del oxígeno explica los mismos fenómenos, pero refiriéndose al proceso físico de absorción de oxígeno. El semirrealismo sostiene que no hay lugar para defender la continuidad entre una teoría y la otra. No cabe afirmar que Stahl y Priestley hablen de la misma estructura física que Lavoisier describe en su teoría del oxígeno. Una vez más surge la observación respecto de los roles causales: no se pone en duda si el flogisto y el oxígeno juegan algún rol causal en las teorías, sino el supuesto de que las teorías del flogisto y del oxígeno refieran al mismo sistema físico.

Respondiendo a la meta-inducción pesimista, se sostiene que las propiedades de detección de primer orden sobreviven al cambio teórico. Ellas corresponden a la interpretación mínima de las ecuaciones de Fresnel, que describen las cantidades físicas de las intensidades de los rayos de luz reflejados y refractados. También se detecta y mide la intensidad de la luz transmitida en los fenómenos de polarización, correspondiendo a una propiedad de detección de primer orden. No obstante, el semirrealismo se abstiene de recomendar una interpretación realista acerca del éter lumínico, cuyas propiedades son auxiliares, inobservables e indetectables. Aunque no se cuestiona que el éter lumínico contribuya al poder explicativo de las teorías, este está constituido por propiedades auxiliares, inobservables e indetectables.

Con lo dicho, cabe observar que el giro selectivo en los debates sobre realismo científico permite aunar propuestas tan disímiles como el REE, la estrategia *divide et impera* y el semirrealismo. Tomadas conjuntamente, ellas comparten el hecho de que enfrentan tres problemas comunes. El primero consiste en si acaso el realismo selectivo adopta una aproximación retrospectiva acerca de la historia de la ciencia, o una aproximación prospectiva que anticipa escenarios futuros de cambio teórico. El segundo problema emerge al examinar los criterios de selección y su dominio de aplicación, prestando particular atención al posible colapso del localismo en el hiperlocalismo. Y el tercero nos insta a examinar si el realismo selectivo provee herramientas para transitar no solo desde la teoría de Fresnel a la de Maxwell, sino desde ahí a las teorías clásicas y cuánticas del campo electromagnético. Examinaremos estos asuntos en las secciones 6, 7 y 8, respectivamente.

6 – PROSPECTIVISMO Y RETROSPECTIVISMO

¿Adopta el realismo selectivo una estrategia retrospectiva o prospectiva? Por un lado, el *realismo selectivo retrospectivo* se apoya en la reconstrucción de escenarios de cambio teórico en la historia de la ciencia, en los cuales identificamos elementos que han sido conservados en la transición a teorías sucesoras. Por otro lado, el *realismo selectivo prospectivo* busca identificar aquellos elementos de las mejores teorías científicas actuales que se cree que sobrevivirán a escenarios futuros de cambio teórico en sus dominios respectivos.

Tal bifurcación de caminos es crucial para la articulación del realismo selectivo. La estrategia *divide et impera* es una forma de realismo selectivo retrospectivo que se enfoca en casos pasados de la historia de la ciencia. Ello, sin embargo, no obsta a que su criterio de

selección, a saber, las leyes y mecanismos causales indispensables para la explicación de los fenómenos, pueda servirnos de heurística para evaluar nuestros compromisos ontológicos en vistas de nuestras mejores teorías científicas actuales que eventualmente enfrenten escenarios de cambio teórico. El carácter fundamentalmente retrospectivo de la estrategia *divide et impera* tiene diversos beneficios. Si se nos aconseja ser realistas acerca de aquellos constituyentes teóricos responsables del éxito empírico de la ciencia, tales como las leyes y los mecanismos causales, entonces podemos examinar las teorías del pasado con el propósito de identificar estos elementos en los que ha descansado el éxito empírico de las mismas. El conocimiento de la historia de la ciencia es beneficioso, puesto que nos informa acerca de la práctica científica y de las condiciones bajo las cuales se ha llevado a cabo.

Sin embargo, hemos anticipado que la lectura *post hoc* enfrenta oposición en la discusión reciente. Se ha sostenido que “es muy fácil, podría decirse, ‘identificar’ aquellos aspectos de teorías pasadas que hicieron ‘el trabajo real’ después de haberlo hecho [...] [Al mirar hacia el pasado] uno está obligado a pensar que aquellas partes de las teorías pasadas que han sido retenidas fueron las indispensables” (CHAKRAVARTTY, 2007, p. 46). Con todo, a favor de la estrategia retrospectiva cabe destacar que la reconstrucción racional *post hoc* es una de las tareas importantes que lleva a cabo la historia y filosofía de las ciencias. El análisis filosófico retrospectivo ofrece resultados fructíferos, contribuyendo a nuestra comprensión de la práctica científica por medio del examen de su historia, como puede verse en el caso Fresnel-Maxwell y los constituyentes teóricos que fueron preservados de una teoría a su sucesora. Eventualmente, el estudio pormenorizado de archivos, informes de laboratorio y otras formas de documentación científica podrían sustentar la propuesta retrospectiva del *divide et impera*, permitiéndonos comprender de mejor manera los pasos progresivos de la investigación en una disciplina.

No tiene que ser un problema que el realismo selectivo sea retrospectivo. Después de todo, la meta-inducción pesimista también lo es, examinando la historia de las ciencias y recogiendo una serie de casos que reflejan discontinuidades de diversa índole. Si tenemos que rechazar el realismo selectivo por ser retrospectivo, cabría aducir una razón similar para rechazar la meta-inducción pesimista, que se obtiene a partir de una reconstrucción racional de la historia de las ciencias. El giro del asunto es inesperado: el carácter retrospectivo del realismo selectivo desdramatiza la meta-inducción pesimista. No se trata de todo o nada, sino que usualmente se trata de *algunas* partes de *ciertas* teorías que son abandonadas y otras partes que

son conservadas, en donde la decisión acerca de qué se abandona y qué se preserva responde a una serie de criterios tanto epistémicos como pragmáticos (incluyendo consideraciones adicionales relativas a valores sociales, políticos y éticos).¹¹

Concentrémonos brevemente en el realismo selectivo prospectivo, que es sugerido por el semirrealismo y que busca identificar los elementos de las teorías que pueden sobrevivir a escenarios de cambio teórico futuros, todo ello a partir de la reflexión filosófica a priori. En particular, el semirrealismo ofrece una receta filosófica o una razón a priori para creer que algunos componentes de las teorías científicas serán conservados en teorías sucesivas. El optimismo epistémico de esta propuesta es arriesgado, en tanto que asume que el análisis filosófico puede anticipar cambios teóricos en la investigación científica futura.

Algunos de los problemas que enfrenta la lectura prospectiva resultan difíciles de resolver si se tiene presente que se quiere “elaborar una razón *a priori* para creer que ciertas estructuras serán retenidas”, anticipando “tanto inducciones optimistas como pesimistas en la historia de la ciencia” (CHAKRAVARTTY, 2007, pp. 46 y 50; véase también pp. 52 y 54). Desde la reflexión filosófica, ¿cómo podemos anticipar los cambios teóricos que tendrán lugar en el curso futuro de las ciencias? Esto pasa por alto los límites disciplinarios de la filosofía, que lidia con problemas conceptuales que emergen del examen de la práctica científica, pero que carece de las herramientas que permitan anticipar capítulos futuros en la historia de las ciencias.

Considérese cuáles son los motivos centrales que participan en la decisión acerca de qué elementos tienen que ser conservados y cuáles tienen que ser abandonados en la transición de una teoría científica a su sucesora. La respuesta es compleja. Las diversas prácticas en una disciplina particular juegan roles cruciales a este respecto. En ocasiones, la disponibilidad de matemáticas para la formulación de una teoría la puede hacer más atractiva, más manipulable y adecuada a los fenómenos de interés. En otros casos, la construcción de modelos y simulaciones computacionales pueden otorgar viabilidad inicial a un marco teórico, aun cuando todavía no se pueda llevar a cabo experimentos relevantes. En otras prácticas, el incremento del respaldo empírico, la recolección de datos, el modelamiento de datos, el análisis estadístico, la publicación y comunicación de resultados, constituyen actividades claves en la decisión acerca

¹¹ Torretti (2008) menciona el rol de consideraciones extra-científicas, religiosas y culturales, en la prevalencia de diversas formas de éter desde la antigüedad clásica griega hasta al menos 1905.

de cuáles son los componentes indispensables de una determinada teoría. Cada una de estas prácticas influye en la evaluación de las razones según las cuales estimamos que tenemos que preservar o abandonar elementos específicos en la transición de una teoría científica a su sucesora. La sola conjetura filosófica parece insuficiente.

No negamos la relevancia de la investigación filosófica e histórica de las ciencias. Nos interesa, en cambio, destacar que solamente un examen cuidadoso de las diversas prácticas epistémicas en una disciplina puede permitirnos comprender escenarios de cambio teórico pasados, obteniendo una idea aproximada acerca de posibles direcciones que puedan tomar escenarios futuros de cambio teórico. Cuando se trata del destino futuro de las teorías científicas en sus dominios específicos, la reflexión filosófica nos ofrece argumentos para calibrar nuestras expectativas, pero difícilmente puede ofrecernos recetas o razones a priori para anticipar escenarios de cambio teórico.

7 – GLOBALISMO, LOCALISMO Y HIPERLOCALISMO

La viabilidad del realismo selectivo depende de la disponibilidad de un criterio de selección que nos permita identificar aquellos elementos teóricos acerca de los cuales cabe promover una interpretación realista. Hemos visto que, según el REE, las estructuras matemáticas que expresan nuestras mejores teorías científicas constituyen el criterio de selección que serviría de guía para una interpretación realista selectiva de las ciencias. El caso Fresnel-Maxwell ilustra una instancia de cambio teórico en el que las estructuras matemáticas son conservadas en la transición de una teoría a su sucesora. No obstante, la estrategia *divide et impera* recomienda una interpretación realista de solamente las leyes y mecanismos causales que son responsables del éxito empírico de teorías científicas específicas. Según ello, el realismo se extiende a las leyes y mecanismos que participan en la articulación del caso Fresnel-Maxwell, quedando en duda con respecto a estos últimos si cabe incluir el éter lumínico aduciendo que éste refiere, en tanto término teórico, a lo que posteriormente fue llamado campo electromagnético. Hemos visto que el asunto es debatible desde diversas perspectivas. Más allá de ello, el *semirrealismo* ofrece una tercera opción, según la cual el criterio de selección está dado por las propiedades de detección de primer orden. Ellas corresponden a las propiedades de los fenómenos con las que interactúan causalmente nuestros mecanismos de detección, y que generalmente son expresadas en términos de cantidades físicas en una interpretación mínima

de las variables de las ecuaciones. En relación con el caso Fresnel-Maxwell, tales propiedades de detección de primer orden corresponden a la intensidad de la luz de los rayos incidente, reflejado y refractado. El semirrealismo extiende la interpretación realista a los inobservables detectables, que escapan a nuestros sentidos pero que se revelan a nuestros mecanismos de detección.

El giro selectivo enfrenta el siguiente problema: dado que los criterios de selección ofrecidos por cada propuesta son diferentes, ¿cuál de ellos es el más adecuado para salvar la interpretación realista de la práctica científica? Una primera aproximación a las propuestas en cuestión sugiere que la defensa de cada propuesta pretende aplicar su criterio de selección *globalmente*. Según ello, el REE defendería que las estructuras matemáticas ofrecen un criterio de continuidad que puede ser aplicado globalmente en las diversas prácticas científicas. La estrategia *divide et impera* sugeriría lo mismo con los mecanismos y leyes causales, mientras que el semirrealismo haría otro tanto con las propiedades de detección de primer orden. Se esperaría que cada criterio de selección se aplique globalmente, sin más.

Pero salta a la vista que la aplicación global de cada criterio es inviable. El criterio de conservación de estructuras matemáticas podría ser particularmente adecuado para casos en la historia de la física, historia a la que pertenecen la óptica física y la teoría electromagnética clásica. Pero no es evidente que el mismo criterio pueda extenderse de manera global a otras disciplinas, tales como la biología, la geología o las ciencias biomédicas, cuyas estructuras fundamentales parecen ser fenomenológicas, sin depender crucialmente de estructuras matemáticas. El problema, no obstante, se extiende más allá. Recientemente se ha sugerido, entre otras cosas, que la unificación y el éxito empírico actúan como criterios de selección: “una teoría es empíricamente exitosa, y por ende está confirmada, en la medida en que predice y explica un gran número de resultados empíricos apelando solamente a un número relativamente pequeño de principios básicos” (PETERS, 2014, p. 390). Si consideramos la teoría de Fresnel, el criterio de unificación nos aconseja adoptar una interpretación realista acerca de los aspectos observacionales de la luz, tales como la intensidad de los rayos incidentes, reflejados y refractados, así como también acerca de las ecuaciones de las teorías. Sin embargo, se rechaza que pueda defenderse el realismo acerca del éter lumínico, en la medida en que este último no contribuye a la formulación de la teoría con un contenido verificado adicional (Ídem, p. 392).

La aplicación global del criterio de selección del realismo selectivo acabaría por socavar la pertinencia contextual de la propuesta. En lugar de la aplicación global, el realismo selectivo

se beneficia de la aplicación *local* de criterios de selección. Unas áreas de la investigación científica ilustran continuidad en el uso de estructuras matemáticas; otras gozan de continuidad en las leyes y mecanismos causales que son indispensables para la explicación de fenómenos; pero todavía otras disciplinas podrían limitar su continuidad al incremento paulatino de conocimiento de propiedades de detección de primer orden. Por lo pronto, el localismo resulta más adecuado para el realismo selectivo que se presenta como una sofisticación del realismo científico ingenuo. Los tres criterios que hemos examinado podrían aplicarse localmente en vistas de los presupuestos de cada práctica epistémica. La decisión sobre el criterio de selección que conviene escoger depende de consideraciones locales relativas a las metodologías que se emplean en una práctica epistémica particular y a los consensos sobre los cuales trabaja su comunidad relevante.

Aún más, cabe afirmar que el localismo del realismo selectivo es inherentemente pluralista. Se rechaza el requerimiento de un criterio de selección *único*. Por el contrario, el localismo es compatible con la adopción de una pluralidad de criterios de selección que sean sensibles a las peculiaridades contextuales de la práctica científica en cada caso. Una lectura realista del poder epistémico de las estructuras matemáticas de algunas teorías científicas podría resultar fructífera en casos en donde las ecuaciones se conservan de manera intacta, o en casos en los que la expresión matemática de las teorías científicas ofrece el mejor acceso representacional que tenemos de determinados dominios físicos. En otros escenarios, la lectura realista puede limitarse a supuestos ontológicos relacionados con leyes y mecanismos que son causalmente indispensables en la explicación de sus fenómenos respectivos. Todavía en otros ámbitos, la detección de propiedades de primer orden podría resultar crucial en aquellos casos en donde los límites del realismo se reducen a solamente la conducta de sistemas observables o de inobservables detectables.

Podría criticarse, no obstante, que el realismo selectivo local desciende por la pendiente resbaladiza del *hiperlocalismo* que es afín al antirrealismo. En breve, las continuidades que se quiere asegurar en escenarios de cambio científico parecen diluirse si adoptamos el hiperlocalismo que se satisface con la identificación de continuidades aquí y allá. Desde la perspectiva realista, la distancia inicial que suscita el hiperlocalismo nace de que este puede adoptar una actitud estrictamente pragmática de los criterios de selección en vistas de salvar las apariencias hiperlocalmente en este contexto o en otro. En su epítome, el hiperlocalismo carece de estándares de selección y adopta una epistemología promiscua en donde las consideraciones

ad hoc se ajustan para esta teoría o para este experimento de esta comunidad particular en este lugar y momento. Para el hiperlocalismo no importa la verdad aproximada de las teorías ni la objetividad de nuestros compromisos ontológicos, sino sólo que ellas funcionen.

Ante el hiperlocalismo, el realismo selectivo tiene que mostrar en qué punto se detiene la especificidad de los criterios de selección con el objetivo de salvaguardar los compromisos con la verdad aproximada de las teorías y con la realidad de los inobservables, que constituyen los bastiones del realismo científico. Quizás el realismo selectivo pueda ser pluralista en vistas de la adopción de criterios de selección que son adecuados para determinados contextos. Pero tiene que garantizarse que la aplicación local de un criterio u otro sirve de guía para evaluar la verdad aproximada de las teorías y orientar nuestros compromisos ontológicos con inobservables, sin descender irrestrictamente por la pendiente resbaladiza del hiperlocalismo.

8 – CAMPO ELECTROMAGNÉTICO: CLÁSICO Y CUÁNTICO

Pasemos a nuestra última consideración: ¿puede el realismo selectivo explicar si se conserva, aunque sea parcialmente, el supuesto ontológico inobservable del éter lumínico en la aparición progresiva del campo electromagnético en electrodinámica clásica y cuántica? La introducción del campo electromagnético tiene al menos dos dimensiones: por un lado, este introduce un postulado inobservable que permite explicar la conducta observable de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Por otro lado, se trata de un término teórico que juega un rol clave en la articulación de la teoría, contribuyendo a robustecer la generación de predicciones y explicaciones de los fenómenos relevantes. Para la estrategia *divide et impera*, el campo electromagnético es un presupuesto ontológico inobservable responsable del éxito empírico de la teoría. Este participa indispensablemente en *la producción de los fenómenos a los que refiere la teoría*, y también es responsable del *poder explicativo o predictivo de esta*. La estrategia *divide et impera* no distingue entre ambos puntos, apelando, en cambio, a la IME en la defensa del realismo: si un presupuesto ontológico inobservable resulta indispensable para el éxito empírico de la teoría, tenemos que adoptar una actitud realista respecto de su estatus ontológico.

Sin embargo, la cuestión es más compleja. La literatura científica que se pronuncia acerca del estatus ontológico del campo electromagnético es equívoca. En ocasiones se defiende que

se trata de una entidad genuina que participa en el mecanismo físico que causa los fenómenos electromagnéticos:

El campo electromagnético *es más que un instrumento de cálculo*. Este concepto nos permite evitar el problema de la acción a distancia [...] De esta manera, concebimos la fuerza ejercida sobre una carga q_0 en el punto P en tanto que es ejercida por el campo en el punto P más bien que por las cargas que se encuentran a cierta distancia (TIPLER, 1976, pp. 705-706 – nuestras cursivas).

En la dirección opuesta, otras aproximaciones sugieren concebir el campo electromagnético como un aparato matemático que facilita la explicación de la radiación eléctrica y magnética sin compromisos ontológicos ulteriores:

Creo que un examen crítico mostrará que la adscripción de realidad al campo electromagnético carece de toda justificación. No logro encontrar un fenómeno físico singular o una operación física singular a través de la cual se obtenga evidencia de la existencia del campo por medio de una carga eléctrica y de la observación de la acción sobre la carga [...], que es precisamente la operación de la definición [...] El campo electromagnético mismo es una invención y jamás es sometido a observación directa. Lo que observamos son los cuerpos materiales con o sin cargas (incluyendo eventualmente en esta categoría los electrones), sus posiciones, movimientos y las fuerzas a las cuales están sujetos (BRIDGMAN, 1958, pp. 57-8).

El siguiente pasaje se suma a estas consideraciones:

La afirmación [de la realidad del campo], tomada por sí misma aparte de la ley cuantitativa de la fuerza, es científicamente ociosa. Es meramente el enunciado físicamente irrelevante de una convicción metafísica [...] Ciertamente no es en absoluto una teoría física legítima, [sino que] es la confusión de una creencia metafísica con la física métrica (O'RAILLY, 1965, vol. II, pp. 653-654).

A pesar de que la literatura científica sobre el estatus ontológico del campo electromagnético es dispar, este último presupuesto ontológico inobservable sigue formando parte de la electrodinámica cuántica contemporánea, aunque con modificaciones relevantes. La presencia y sucesivas transformaciones del campo electromagnético avanza un nuevo desafío para el realismo selectivo, que debiera ofrecer las herramientas para ir más allá del caso Fresnel-Maxwell, explorando la transición desde el electromagnetismo clásico al electromagnetismo cuántico en vistas de este supuesto ontológico.

La discusión filosófica es igualmente dispar. En ocasiones se ha sostenido que “simplemente no hay nada en la física contemporánea que corresponda a las entidades que se supone que poseían aquellas propiedades [a saber, las propiedades de la luz de acuerdo con la

concepción de Maxwell]” (LADYMAN *et al.*, 2007, p. 90, nota 18). Sin embargo, todavía puede mostrarse que la concepción clásica ha sido conservada en la electrodinámica cuántica, pero esta vez informándonos acerca del campo electromagnético y la concepción de la luz desde la perspectiva cuántica, que recurre, entre otras cosas, a la introducción de fotones. Siguiendo a Dyson (2007), cabe pensar que la teoría de Maxwell delineó por primera vez un nivel fundamental de la constitución de la realidad, que consiste en campos que satisfacen ecuaciones lineales simples. Algunas décadas antes Einstein afirmaba que la teoría que sostiene que la luz se comporta como ondas que viajan a través del campo electromagnético, sugerida por Maxwell, “probablemente jamás será reemplazada por otra teoría” (EINSTEIN, 1905, en la traducción inglesa de Aaron 1965, p. 368). Aunque se ha documentado que Einstein reconoció la relevancia de la teoría electromagnética clásica para sus planteamientos (STALEY, 2008, p. 265), una diferencia radical salta a la vista: la teoría electromagnética clásica concibe el campo electromagnético como un fluido continuo incorpóreo sobre el cual viajan las ondas de luz, mientras que la concepción cuántica refiere a un campo electromagnético en el que tienen lugar fotones discretos que son cuantos de luz.

Investigaciones recientes han abordado las continuidades y discontinuidades que encontramos en la transición desde la electrodinámica clásica a la cuántica (FRISCH, 2005; PINCOCK, 2011; VALENTE, 2011; SOTO y ROMERO, 2020). Se ha contemplado la posibilidad de reconstruir las ecuaciones de Maxwell como un caso límite de las matemáticas de la electrodinámica cuántica. Pincock (2011, p. 68) apunta en esta dirección, explorando la posibilidad de considerar casos límite de las ecuaciones de las teorías contemporáneas con el objetivo de recuperar las ecuaciones de Maxwell. Otros, en cambio, son pesimistas acerca de la estrategia de llevar las ecuaciones al límite, enfatizando que las teorías de electrodinámica clásica y cuántica no conforman un esquema teórico coherente. Según ello, no se pueden recuperar las ecuaciones de Maxwell a partir de la consideración del límite clásico de la teoría cuántica (VALENTE, 2011, pp. 55 y 58). Ello obedece a que la reconstrucción de la teoría clásica a través de una larga serie de manipulaciones matemáticas pasaría por alto la interpretación física de la formulación de las teorías, que en sus versiones clásicas y cuánticas conciben el campo electromagnético y la luz de maneras diferentes. Intentar construir puentes entre ellas puede ser de interés filosófico para los desarrollos del realismo selectivo, pero al costo de perder de vista el detalle de las teorías físicas. La defensa del realismo selectivo se encuentra con una dificultad en la transición teórica en este dominio.

Antes hemos mencionado que la estrategia *divide et impera* recurre a la teoría causal de la referencia en filosofía del lenguaje para sugerir la continuidad entre éter lumínico y campo electromagnético clásico. Volveremos sobre esto en el capítulo 4. En breve, se sostiene que ambos términos teóricos refieren a la misma estructura física subyacente a los fenómenos electromagnéticos. Sin embargo, la cuestión de si acaso el *éter lumínico* y el *campo electromagnético* refieren a la misma estructura física sólo puede responderse en términos de evidencia empírica y en vistas de la mejor información disponible en el área de investigación pertinente. En particular, tal cuestión empírica no se resuelve a partir de consideraciones semánticas en filosofía del lenguaje. Aún más, si se defiende la continuidad entre el éter lumínico y el campo electromagnético clásico, la estrategia *divide et impera* tendría que dar el paso siguiente hacia el campo electromagnético cuántico. La larga historia de transformaciones sucesivas torna improbable la defensa realista del *divide et impera*, puesto que se tendría que demostrar que hay continuidad entre el éter lumínico, el campo electromagnético clásico y el campo electromagnético cuántico.

9 – MORALEJAS DEL REALISMO SELECTIVO

El realismo selectivo ofrece un refinamiento sustancial en la defensa del realismo científico. Se reconoce la fuerza de la meta-inducción pesimista, pero a la vez se proponen estrategias para responder selectivamente a este argumento, sosteniendo que partes de nuestras teorías han sido conservadas en escenarios de cambio teórico. Se ha sugerido que las estructuras matemáticas, las leyes y mecanismos causales, o las propiedades de detección de primer orden representan criterios para identificar aquellos componentes de las teorías que han sobrevivido (o que es probable que sobrevivan) a cambios en las teorías científicas. La estrategia selectiva enfrenta, no obstante, sus propios límites, teniendo todavía que decidir si se espera que los criterios de selección propuestos se apliquen retrospectiva y/o prospectivamente; si se aplican global o localmente; y si acaso se puede ir más allá de la transición Fresnel-Maxwell, incluyendo en el análisis la transición hacia el campo electromagnético en electrodinámica clásica y cuántica. El realismo selectivo ha revitalizado la discusión en torno al realismo científico y solamente cabe esperar que el debate siga adelante, mejorando nuestra comprensión de la práctica científica.

REFERENCIAS

ARONS, A. B. and PEPPARD, M. B. “Einstein’s Proposal of the Photon Concept – a Translation of the *Annalen der Physik* Paper of 1905”, *American Journal of Physics*, Vol. 33, N.367, 1965, pp. 367-374.

BRIDGMAN, P. *The Logic of Modern Physics*. New York: McMillan, 1958.

CHAKRAVARTTY, A. *A Metaphysics for Scientific Realism. Knowing the Unobservable*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

DARRIGOL, O. *A History of Optics from Greek Antiquity to the Nineteenth Century*. Oxford: Oxford University Press, 2012.

_____. *Understanding Philosophy of Science*. London and New York: Routledge, 2002.

DYSON, F. J. “Why is Maxwell’s theory so hard to understand?”, *The second European conference on antennas and propagation*, 2007. EuCAP (pp. 1–6). IET.

FRISCH, M. *Inconsistency, asymmetry, and non-locality: A philosophical investigation of classical electrodynamics*. Oxford: Oxford University Press, 2005.

HARDIN, C. y ROSENBERG, A. “In Defense of Convergent Realism”, *Philosophy of Science*, 40, 1982, pp. 604-615.

HARKER, D. “How to Split a Theory: Defending Selective Realism and Convergence without Proximity”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 64, 2013, pp. 79-106.

LADYMAN, J. *Understanding Philosophy of Science*. London and New York: Routledge, 2002.

LADYMAN, J. and ROOS, *et al.* *Every Thing Must Go. Metaphysics Naturalized*. Oxford: Oxford University Press, 2007.

LAUDAN, L. “A Confutation of Convergent Realism”, *Philosophy of Science*, 48: 19-48, 1981.

MORRISON, M. *Unifying Scientific Theories. Physical Concepts and Mathematical Structures*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

O’RAILLY, A. *Electromagnetic theory: A critical examination of fundamentals* (Vol. 2). New York: Dover Publications, 1965.

PETERS, D. “What Elements of Successful Scientific Theories Are the Correct targets for ‘Selective’ Scientific Realism?”, *Philosophy of Science*, 81(3), 2014, pp. 377-397.

PINCOCK, C. “A Role for Mathematics in the Physical Sciences”, *Nous*, Vol. 41, No. 2, 2007, pp. 253-275.

_____. *Mathematical Structural Realism*, in Bokulich and Bokulich., eds., 2011, pp. 67-79.

_____. *Mathematics and Scientific Representation*. Oxford: Oxford University Press, 2012.

POINCARÉ, H. *Science and Hypothesis*. New York: Dover, 1952 [1905].

PSILLOS, S. “Is Structural Realism the Best of Both Worlds?”, *Dialectica*, Vol. 49, No. 1, 1995, pp. 15-46.

_____. *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London and New York: Routledge, 1999.

_____. “Is Structural Realism Possible?”, *Philosophy of Science*, Vol. 68, No. 3, 2001, pp. S13-S24.

_____. *Knowing the Structure of Nature. Essays on Realism and Explanation*. London: Palgrave Macmillan, 2009.

SAATSI, J. “On the Pessimistic Induction and Two fallacies”, *Philosophy of Science* 72(5), 2005, pp. 1088-1098.

SOTO, C. 2019a. “The Epistemic Indispensability Argument”, *Journal for General Philosophy of Science*, 2019^a, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10838-018-9437-9>.

_____. “Sobre el colapso de las estructuras matemáticas y físicas en el realismo estructural óntico”, *Kriterion: Revista de Filosofía*, 143, 2019b, pp. 279-295

SOTO, C. y BUENO, O. "A framework for an inferential conception of physical laws", *Principia: An International Journal of Epistemology*, 23(3), 2019, pp. 423-444.

SOTO, C. and ROMERO, D. “Local Selective Realism: Shifting from Classical to Quantum Electrodynamics”, *Foundations of Science*, 25, 2020, pp. 955-970.

STALEY, R. *Einstein's Generation. The Origins of the Relativity Revolution*. Chicago and London: University of Chicago Press, 2008.

TIPLER, P. *Physics*. New York: Worth, 1976.

TORRETTI, R. *Crítica filosófica y progreso científico: Cuatro ejemplos*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Diego Portales, 2008.

VALENTE, M. B. The relation between classical and quantum electrodynamics. *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 26(1), 2011, pp. 51-68.

WORRALL, J. "Structural Realism: The Best of Both Worlds?", *Dialectica*, Vol. 43, No. 2, 1989, pp. 99-124.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo es resultado del proyecto de investigación FONDECYT Regular 1210570, ANID, Chile; y de la *Newton International Fellowship* otorgada por la British Academy y que he llevado a cabo en el Centre for the *Philosophy of Natural and Social Sciences*, LSE, UK. Agradezco a Pablo Acuña, Bruno Borge, Otávio Bueno, Anjan Chakravartty, Franco Menares, Francisco Navarro, Pascal Rodríguez, Diego Romero, y Nicolás Silva por sus comentarios a versiones previas de este manuscrito. El trabajo lleva años en progreso, aunque no sin resultados positivos, puesto que parte del presente manuscrito sirvió de base para desarrollar junto a Diego Romero el artículo "Local Selective Realism: Shifting from Classical to Quantum Electrodynamics" (*Foundations of Science*, 2020), que se concentra en cuestiones de filosofía de la física pertinentes para la evaluación del realismo selectivo. A diferencia de tal artículo, en el presente manuscrito me propongo elucidar los fundamentos conceptuales del realismo selectivo y sus límites, solo prestando atención de soslayo a cuestiones técnicas relativas a la transición desde la electrodinámica clásica a la cuántica.

I – INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR

Cristián Soto

Es Newton International Fellow de la British Academy, basado en el Centre for the Philosophy of Natural and Social Sciences, London School of Economics and Political Science (Londres, Inglaterra, 2022-2024); y profesor asociado del Departamento de Filosofía, Universidad de Chile (Santiago, Chile). Sus líneas de investigación incluyen la historia y filosofía de las ciencias, la filosofía general de las ciencias y la metafísica. Es editor del libro *Current Debates in Philosophy of Science* (Springer, 2023), co-autor (con Bruno Borge) del libro *Ensayos sobre Realismo y Estructuralismo Científico* (Comares, España, en prensa), y autor de numerosos artículos en revistas especializadas en metafísica y filosofía de las ciencias. Fue miembro



Realismo Selectivo: Tres estrategias y nuevos desafíos
SOTO, C.

fundador y primer presidente de la Sociedad Chilena de Filosofía de las ciencias. Correo electrónico: cssotto@uchile.cl / C.Soto1@lse.ac.uk

II – INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Recebido em: 08 de dezembro de 2023

Aprovado em: 20 de dezembro de 2023

Publicado em: 24 de dezembro de 2023