



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA *-Iztapalapa*

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

**EL REALISMO CIENTÍFICO Y EL CONOCIMIENTO DE LOS
INOBSERVABLES**

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN HUMANIDADES

EN EL ÁREA DE CONCENTRACIÓN DE HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA
CIENCIA

PRESENTA:

LIC. EDGAR EDUARDO ROJAS DURÁN

TUTOR:

DR. ARMANDO CÍNTORA GÓMEZ

MÉXICO, D.F., DICIEMBRE DE 2010

RESUMEN

El presente trabajo echa un vistazo al desarrollo de la discusión entre realistas y anti-realistas, analiza los diversos argumentos a favor y en contra de la posición realista, explora algunas de las versiones realistas más famosas e influyentes y evalúa una versión estructuralista del realismo científico denominada semi-realismo. Y al mismo tiempo explora las respuestas que las posturas más representativas e influyentes han dado a la siguiente pregunta epistemológica: ¿qué aspectos se pueden conocer del mundo inobservable? la cual parte de los siguientes supuestos 1) la existencia de un mundo independiente a la mente (o los procesos mentales) de los sujetos; y 2) que el mundo se divide en objetos que podemos percibir mediante nuestros órganos sensoriales y aquellos que no.

Para dar respuesta a tal pregunta se desarrollan 6 capítulos. En el primero se expone la división observable/ inobservable y el compromiso epistemológico realista de que podemos conocer ambos aspectos de la realidad. El segundo presenta la postura filosófica del realismo científico, sus argumentos a favor y los diversos argumentos escépticos en su contra, sus versiones más plausibles (realismo de entidades y el realismo estructural) y sus correspondientes tesis epistemológicas acerca del mundo inobservable. En el tercero se muestra una versión novedosa de realismo científico –el semi-realismo- que pretende responder nuestra pregunta de manera más ambiciosa que los realismos científicos expuestos en el capítulo anterior. El cuarto muestra la necesidad de refinar y aclarar algunos términos de la posición realista expuesta en el capítulo anterior de la mano de la exposición del estructuralismo matemático. El quinto muestra la posible interpretación semi-realista de las diversas teorías geométricas y la mecánica newtoniana acerca del conocimiento de una entidad inobservable: el espacio. El sexto y último presenta críticas a la posición semi-realista, posibles respuestas y la conclusión final de todo lo expuesto a lo largo del trabajo.

Palabras clave: realismo científico, anti-realismo, realismo estructural, realismo de entidades, observable-inobservable, estructuralismo, semi-realismo.

ÍNDICE	Página
Introducción	vi
Lista de Abreviaciones	ix
I. LA DICOTOMÍA OBSERVABLE-INOBSERVABLE.	1
I.1 ANTECEDENTES: TÉRMINOS TEÓRICOS Y TÉRMINOS OBSERVACIONALES.....	1
A) El concepto de “observación” entre los integrantes del Círculo de Viena.	
I.2 EL CONCEPTO DE “OBSERVACIÓN” EN LAS CIENCIAS A PARTIR DE TRES CASOS DE ESTUDIO ESPECÍFICOS.....	5
A) El caso de la observación de neutrinos solares.	6
B) El caso de la observación de objetos microscópicos.	8
C) El caso de la observación de impulsos nerviosos.	9
I.3 LA DISTINCIÓN OBSERVABLE/NO-OBSERVABLE TRADICIONAL.....	10
A) La distinción observable/no-observable en la ciencia.	10
B) La distinción observable/no-observable en la filosofía de la ciencia.	11
C) Críticas a la división observable/no-observable en la filosofía de la ciencia.	12
I.4 LO INOBSERVABLE DETECTABLE Y LO NO DETECTABLE.....	17
A) Propiedades causales de detección y propiedades auxiliares.	18
B) El criterio de demarcación entre propiedades de detección y auxiliares	20
I.5 CONSIDERACIÓN FINAL	25
II. EL REALISMO CIENTÍFICO	28
II.1 EL REALISMO CIENTÍFICO COMO UNA POSICIÓN DE SENTIDO COMUN Y SUS CORRESPONDIENTES DESAFIOS FILOSOFICOS.	28
II.1.1 EL DESAFIO EMPIRISTA.	31
II.1.1.1 RESPUESTAS REALISTAS AL DESAFIO EMPIRISTA	35
A) La ampliación de los sentidos	35
B) La rehabilitación de la explicación.	36
II.1.2 EL DESAFIO NEO-KANTIANO I	40
II.1.3 EL DESAFIO NEO-KANTIANO II	42
II.1.4 EL DESAFIO POST-MODERNO	45
II.1.5 CONSIDERACIÓN FINAL	46
II.2. EL REALISMO CIENTÍFICO ESTRUCTURAL	48
II.2.1 ARGUMENTOS A FAVOR Y EN CONTRA DEL REALISMO CIENTIFICO A PARTIR DE LOS CUALES SURGE EL REALISMO ESTRUCTURAL	49
II.2.1.A EL ARGUMENTO DE LOS NO-MILAGROS (ANM)	49
II.2.1.B EL ARGUMENTO DE LA META-INDUCCIÓN PESIMISTA (AIP)	54
II.2.1.C EL ARGUMENTO DE LA SUB-DETERMINACIÓN	57
II.2.2 EL INTENTO POR SUPERAR EL AIP MEDIANTE EL REALISMO ESTRUCTURAL	58
II.2.3 EL REALISMO ESTRUCTURAL EPISTÉMICO (REE)	59
II.2.3.1 EL REE Y EL NEO-KANTIANISMO	61
II.2.3.2 EL REE Y LA ORACIÓN RAMSEY	61
II.2.3.3 CRÍTICAS DE PSILLOS AL REE	62
II.2.4 EL REALISMO ESTRUCTURAL ONTOLÓGICO (REO)	63
II.2.4.1 CRÍTICAS DE CHAKRAVARTTY AL REO	64
II.2.5 CONSIDERACIÓN FINAL	67

III. EL SEMI-REALISMO.	69
III.1 EL SEMI-REALISMO Y LA JUSTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	72
III.2 EL SEMI-REALISMO COMO UNA POSTURA ESCEPTICA SELECTIVA	74
III.3 EL SEMI-REALISMO Y EL CONCEPTO DE ESTRUCTURA	76
III.4 EL SEMI-REALISMO Y LAS PROPIEDADES CAUSALES	79
III.5 EL SEMI-REALISMO, EL ARGUMENTO DE LOS NO-MILAGROS Y EL ARGUMENTO DE LA INDUCCIÓN PESIMISTA	81
III.6 EL SEMI-REALISMO Y LA INTERPRETACIÓN MÍNIMA DE ESTRUCTURA	90
III.7 EL SEMI-REALISMO Y LA TESIS DE LA IMPLICACIÓN MUTUA ENTRE ESTRUCTURAS Y PARTICULARES	94
III.8 POSIBLES DIFICULTADES AL SEMI-REALISMO	97
A) Posible objeción al semi-realismo como una variante del realismo estructural.	97
B) El semi-realismo y el problema de la referencia	97
III.9 CONSIDERACION FINAL	101
IV. LECCIONES DESDE EL ESTRUCTURALISMO MATEMÁTICO.	104
IV.1. SISTEMA VS. ESTRUCTURA	105
IV.2 ESTRUCTURA CONCRETA VS ESTRUCTURA ABSTRACTA	107
IV.3 EL POSIBLE STATUS ONTOLÓGICO DE LAS ESTRUCTURAS PARA UNA POSICIÓN REALISTA CIENTIFICA ESTRUCTURAL	110
IV.4 EL POSIBLE CRITERIO PARA DIFERENCIAR UNA ESTRUCTURA DE OTRA	112
IV.5 ¿EN QUÉ CONSISTEN LOS OBJETOS CONCRETOS Y LOS FORMALES?	116
IV.6. EL CRITERIO DE IDENTIDAD QUE EL ESTRUCTURALISMO MATEMÁTICO BRINDA PARA LOS OBJETOS ABSTRACTOS TALES COMO LOS NÚMEROS Y SU POSIBLE EXTRAPOLACIÓN A LOS OBJETOS CONCRETOS	113
IV.7 LA MANERA EN QUE APREHENDEMOS ESTRUCTURAS SEGÚN EL ESTRUCTURALISMO MATEMÁTICO	117
IV.8 CONSIDERACIÓN FINAL	120
V. EL CASO DEL CONOCIMIENTO DE UNA ENTIDAD INOBSERVABLE: DEL ESPACIO.	122
V.1 LA IDEA DE QUE LA GEOMETRIA TIENE COMO OBJETO DE ESTUDIO AL ESPACIO Y LOS EXPERIMENTOS MENTALES DESARROLLADOS PARA CONTRASTAR LAS DISTINTAS GEOMETRIAS CON ÉL.	123
V.2 NO HAY MANERA DE PROBAR EMPÍRICAMENTE SI LA GEOMETRÍA, SEA CUAL SEA LA QUE ELIJAMOS, DESCRIBE REALMENTE EL ESPACIO, A PARTIR DE UN EXPERIMENTO COMO EL DE GAUSS.	127
V.3 EL MUNDO NO-EUCLIDIANO	131
V.4 LA MEDICIÓN COMO MEDIO PARA CONOCER EL ESPACIO	136
V.5 EL SEMI-REALISMO Y LA JUSTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL ESPACIO.	140
VI. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIÓN.	144
VI.1 VIRTUDES DE LA POSICIÓN SEMI-REALISTA	144
VI.2 CRÍTICAS EN LA LITERATURA RECIENTE HACIA EL SEMI-REALISMO	147
VI.3 EVALUACIÓN Y POSIBLES RESPUESTAS A LAS DISTINTAS CRÍTICAS.....	157
VI.4 EVALUACIÓN DE LAS DISTINTAS VIRTUDES DEL SEMI-REALISMO	166
VI.5 CONCLUSIÓN FINAL	167
BIBLIOGRAFÍA	172

INTRODUCCIÓN

El realismo científico es la posición de sentido común para interpretar la actividad y conocimientos científicos. Normalmente se dice que las teorías científicas actuales son verdaderas o se aproximan a la verdad, que los enunciados que las conforman describen con cierto grado de exactitud un conjunto de objetos o fenómenos que pueden ser percibidos por nuestros aparatos sensoriales o no y que existen y tienen propiedades de manera independiente a la mente de los sujetos que los postulan y describe, así como que los modelos teóricos representan con cierto grado de precisión o exactitud un conjunto de elementos interrelacionados que conforman un objeto o fenómeno.

Sin embargo, los filósofos gustan por poner en entredicho el sentido común. Al poner en duda las aseveraciones anteriores se ha desatado, a través de los años, una importante discusión entre diversas posturas realistas y anti-realistas. Esta discusión se ha vuelto cada vez más refinada y elaborada por ambas partes mediante la presentación de diversos argumentos a favor y en contra de las ideas: la del progreso científico, la de la verdad de las teorías como la explicación al hecho de que las teorías sean exitosas, así como la posibilidad de conocer los aspectos inobservables del mundo que habitamos. Por tales razones es que aún resulta interesante echar un vistazo a esta discusión, analizar a detalle su desarrollo y examinar sus frutos más recientes, tales como las diversas versiones realistas estructuralistas, como por ejemplo, el semi-realismo.

Las tesis que conforman a la postura realista científica, en general, han sido puestas en duda por varios argumentos escépticos anti-realistas tales como el argumento de la meta-inducción pesimista o el argumento de la sub-determinación de la elección entre teorías debido a la evidencia empírica.

El primero afirma que debido a que la historia de la ciencia muestra que las teorías más exitosas han resultado falsas o desechadas a la luz de una nueva y que ésta nueva terminará siendo desechada o falsa, entonces no importa que entidades inobservables postulen, éstas seguramente no existen o son meras ficciones ya que cada teoría se refiere a cosas distintas a pesar de mantener los mismos términos o emplea términos completamente nuevos. Esto pone en jaque la idea de que las teorías científicas exitosas o ampliamente aceptadas deban ser consideradas como verdaderas y que haya un progreso científico en el sentido de que conforme aparecen nuevas teorías éstas sigan hablando de lo mismo a un nivel cada vez más profundo.

El segundo sostiene que la evidencia empírica no basta para determinar, dadas dos teorías equivalentes en cuanto a las conclusiones a nivel observacional que se pueden deducir de ellas se refiere, cuál de las dos es la que corresponde a los hechos a nivel observacional y por ende resulte ser la verdadera. Esto mina la idea de tener la posibilidad de conocer el aspecto inobservable, pues no se tiene medio empírico o evidencia empírica, limitando claro está la evidencia empírica a todo aquello que no pueda constatarse mediante nuestros sentidos, para determinar que determine cuál es la verdadera en el sentido de que correspondan tanto sus afirmaciones a nivel observacional como a nivel inobservacional a los hechos.

Para poder seguir afirmando la veracidad de las teorías, dar sentido a la idea de progreso científico, así como defender la posibilidad de conocer el mundo inobservable, el realismo, en diversas maneras, ha propuesto poner límites a lo que podemos confiar dentro de los diversos marcos teóricos se refiere. Es decir, no debemos creer en todo lo que una teoría nos dice acerca del mundo.

Sin embargo, hay un tipo de empirismo que sugiere que nos limitemos, de manera anti-realista, a creer sólo en lo que las teorías nos dicen acerca del mundo en su aspecto observacional. Este se denomina “empirismo constructivo”. Es considerado como una postura anti-realista al nivel epistemológico, y consiste en limitarse al conocimiento del mundo observable, sin embargo, los realistas han mostrado con distintos argumentos que tal límite es insostenible y que lo inobservable es de alguna manera detectado por medios experimentales o instrumentos que permiten ampliar el rango de percepción de nuestros sentidos.

En cuanto a posiciones realistas se refiere, tenemos que el realismo de entidades propuso limitar nuestra garantía epistémica a la existencia de entidades inobservables que hemos podido manipular para encontrar otras y no tomar en serio las descripciones teóricas acerca de éstas. Por otro lado, el realismo estructural afirmaba que lo que podemos conocer de los fenómenos inobservables es su aspecto estructural representado por fórmulas matemáticas pero nada de sus propiedades intrínsecas postuladas por las teorías, es decir, su naturaleza. Ambas posturas establecen límites en lo que un realista está justificado en creer, ya sea en la existencia de las meras entidades y no en sus descripciones teóricas, o no creer en la existencia de unas entidades que bien pueden ser intercambiables por cualesquiera que satisfagan una fórmula dada que esté en el seno de una teoría. Ambas restricciones fueron elaboradas para dar respuesta a los argumentos escépticos anti-realistas acerca de la verdad de las teorías y el progreso científico.

Estas posturas han sido consideradas como irreconciliables y hasta mutuamente excluyentes, sin embargo hay una postura que intenta reconciliarlas, tomando lo mejor de cada una y reelaborando algunos aspectos de sus tesis más importantes: el semi-realismo. Un híbrido del realismo de entidades y el realismo estructural que deja abierta la posibilidad de conocer tanto la naturaleza como la estructura de las entidades o fenómenos inobservables.

En el presente trabajo se expone y evalúa críticamente la posición semi-realista haciendo énfasis en las siguientes preguntas: 1) ¿qué aspectos podemos conocer del mundo inobservable? El realismo de entidades propone que sólo el aspecto causal, el realismo estructural que sólo su aspecto estructural. Pero, 2) ¿son mutuamente excluyentes? El semi-realismo considera que no, pues uno conduce al otro y viceversa 3) ¿En qué consiste el aspecto estructural y causal? El semi-realismo intenta establecer una distinción y su inter-relación. 4) ¿No hay posibilidad de conocer ambos o algo más? El semi-realismo no propone aspectos más allá de los ya tradicionalmente establecidos: la naturaleza y la estructura. Y sostiene que el conocimiento de la naturaleza de los inobservables no se agota sólo por las relaciones causales que guardan entre sí. 5) ¿Qué es una estructura? El semi-realismo desarrolla una teoría de estructura entendiendo por esto “estructura concreta” Yo desarrollo más este punto a partir del estructuralismo matemático de Shapiro 6) ¿Cómo es que conocemos algo del mundo inobservable? Esta pregunta es desarrollada y respondida a partir del del caso de estudio de una entidad inobservable sui-generis: el espacio con apoyo de los trabajos de Poincaré acerca de las distintas geometrías y su relación con el conocimiento del espacio.

El trabajo aquí expuesto parte desde la distinción observable/inobservable, pasa por la exposición del realismo científico en general, sus argumentos a favor y en contra, luego muestra una breve exposición de sus distintas versiones, y hace énfasis en dos versiones de la década de los 80's consideradas como las más representativas y plausibles (realismo de entidades y realismo estructural), luego se expone el semi-realismo, y se pasa revista a algunas distinciones conceptuales tomadas del estructuralismo matemático para terminar con una presentación de un caso de estudio del conocimiento de una entidad inobservable como el espacio desde la perspectiva semi-realista. Se finaliza con la evaluación a críticas y virtudes de la versión semi-realista tomada como el siguiente peldaño en la escalera evolutiva del realismo científico.

ABREVIACIONES

REO REALISMO ESTRUCTURAL ONTOLÓGICO

SR REALISMO ESTRUCTURAL (STRUCTURAL REALISM)

RE REALISMO DE ENTIDADES

EC EMPIRISMO CONSTRUCTIVO

REE REALISMO ESTRUCTURAL EPISTÉMICO

ANM ARGUMENTO DE LOS NO MILAGROS

AIP ARGUMENTO DE LA INDUCCIÓN PESIMISTA

IME INFERENCIA A LA MEJOR EXPLICACIÓN

SED SUBDETERMINACIÓN DE LA ELECCIÓN ENTRE TEORÍAS POR LA EVIDENCIA O LOS DATOS

CAPÍTULO I. LA DICOTOMÍA OBSERVABLE-INOBSERVABLE

En este primer capítulo se introduce al lector del presente trabajo al tema del realismo científico a través de la exposición de la distinción entre entidades observables e inobservables. Esta distinción es controversial en el marco de la discusión entre los defensores del realismo científico y del empirismo constructivo. Asimismo es relevante mencionarla en un inicio porque es supuesto básico de todas las posiciones realistas que se puede estar justificado en creer en la existencia de y en el conocimiento de inobservables. Sin embargo, las posturas realistas discuten qué aspectos de los inobservables podemos conocer. Cuestión que es desarrollada en las partes sucesivas del presente trabajo.

En el comienzo de este capítulo se exponen los antecedentes de la división dicotómica entre entidades observables e inobservables: los términos teóricos y observacionales, así como el sentido en que los filósofos que establecieron tal distinción entendían por observación. Posteriormente se expone el sentido en que los científicos entienden “observación” a partir del estudio de tres casos específicos. Luego se expone en qué consiste la distinción observable/inobservable en la ciencia, por un lado, y en la filosofía, por el otro. Se expone dentro del marco de la discusión filosófica entre realistas y el empirismo constructivo de manera resumida argumentos a favor y en contra de tal distinción. Y se finaliza con una división complementaria propuesta por una versión realista para las entidades inobservables: los inobservables detectables y los no detectables.

1. ANTECEDENTES: TÉRMINOS TEÓRICOS Y TÉRMINOS OBSERVACIONALES.

Los integrantes del *Círculo de Viena*, especialmente *Schlick*, introdujeron el modelo de los dos lenguajes de las teorías científicas.

Según el modelo de los dos lenguajes, las *teorías científicas* están conformadas de una **parte observacional** formulada con **predicados observacionales** en los que se establecen **observaciones y leyes de experiencia**, y una parte teórica que consiste en **leyes teóricas**, cuyos términos eran meramente definidos de manera implícita, a saber, en términos de los papeles que jugaban en las leyes en las que figuraban.

Ambas partes (teórica y observacional) estarían conectadas en virtud de una correlación que podría ser establecida entre los términos seleccionados de la parte teórica y los términos

observacionales. Cabe señalar que Duhem también habló antes de dos tipos de lenguajes: el observacional y el teórico.

El modelo de Shlick representa una forma temprana de la concepción de las teorías científicas como un **cálculo no interpretado** conectado a la **observación mediante reglas de correspondencia** potencialmente complicadas que Carnap reintrodujo en 1939 y que se convirtieron en la visión estándar de "la concepción heredada".

Hablar de **reglas de correspondencia** sólo enmascara el problema que surge sobre **el status ontológico** de los **términos teóricos** y sobre sus significados por encima de las consecuencias observacionales.

La dificultad sobre el **status ontológico** de los **términos teóricos** está estrechamente vinculada con el problema del **realismo científico**: ¿hay *cuestiones de hecho* para que las teorías científicas puedan ser evaluadas en términos de la verdad más allá de su adecuación observacional/empírica? No había consenso sobre la respuesta a esta pregunta más allá de ciertas cuestiones básicas que dejaron la cuestión indefinida.

Algunos integrantes de los integrantes del *Círculo de Viena*, sobre todo aquellos que caen dentro del movimiento del empirismo lógico encabezado por Carnap, sostenían que preguntas como la de la **realidad del mundo externo** no eran **preguntas con sentido** y sólo eran **pseudo-preguntas**.¹ Mientras que esto dejaba al status ontológico de los **observables** sin problema alguno, el status ontológico de las **entidades teóricas** permaneció como algo problemático.

¿Eran éstas realmente sólo ficciones computacionales introducidas según el caso a través de las cuales nos permitían razonamientos predictivos complejos, como Frank sostenía?² Esto difícilmente parece hacerle justicia al significado excesivo de los **términos teóricos** por encima y al lado de su mera utilidad computacional: las teorías que los emplean parecen decirnos aspectos/características no observables del mundo. Si esto último es cierto, surge la pregunta epistémica ¿qué aspectos/características del mundo inobservable/no-observable describe una teoría?, en otras palabras, ¿qué podemos conocer sobre el ámbito inobservable del mundo? Claro que para que esta pregunta epistémica surja, se parte del supuesto de que la distinción

² Uebel, 2006.

entre observable/inobservable es relevante o pertinente. Más adelante abordaremos nuevamente la cuestión.

En cuanto al **status ontológico** de "las entidades teóricas" que surgían a partir de los términos teóricos, algunos miembros del Círculo mantuvieron una postura realista (Feigl), otros una anti-realista (Frank), específicamente una postura instrumentalista, y otros una deflacionista (Carnap)³. Esta última sostiene que los términos teóricos deben ser traducibles en principio en términos de observación y así evitar cualquier uso de términos que hagan referencia a entidades inobservables y por ende "metafísicas".

Dados los marcos lógico-lingüísticos del discurso usual y de la ciencia empírica, se puede establecer como un *hecho científico* cualquier cosa que se pueda probar en cada uno de los lenguajes de la ciencia; sin embargo, decir que, de acuerdo a los empiristas lógicos, hay cosas físicas (partículas, fuerzas, etc.), es expresar el hecho de que los electrones son una categoría básica de ese marco lógico-lingüístico (sin importar si se derivan lógicamente todavía de una categoría más básica o no).

Decir qué tipo de cosas físicas existen depende del poder expresivo del marco lógico-lingüístico en uso y de si los hechos relevantes pueden ser probados o no –sostenían los integrantes del Círculo de Viena. Éstas son **cuestiones internas**, en contraposición a las **externas**, tales como las preguntas acerca de si las cosas físicas como los electrones o las fuerzas "existen realmente". Sin importar el marco en que se den, estas cuestiones externas son descartadas y tachadas como ilegítimas y carentes de significado, según Carnap.

La única manera en que se les puede dar sentido a las **preguntas externas** era leerlas como preguntas pragmáticas que tienen que ver con la utilidad de hablar acerca de números o electrones, de adoptar ciertos marcos lógico-lingüísticos. Carnap claramente retuvo su lealtad al *giro lingüístico*: las afirmaciones existenciales continúan siendo el campo de la ciencia y debe ser visto como mediado por las herramientas conceptuales disponibles de la investigación

Las cuestiones sobre el **status ontológico** de los **términos teóricos** empezaron a aclararse con el descubrimiento de una prueba desarrollada por G. Maxwell de que todo término teórico puede ser traducido a términos observacionales y de esta manera una teoría T puede ser

³ Uebel, 2006.

formulada sólo usando términos observacionales, es decir, sin hacer alusión a término teórico alguno. Este proceso se denomina "Ramseyficación" y una oración Ramsey contiene las mismas consecuencias observacionales que una oración teórica haciendo uso meramente de términos de observación.⁴ ¿No quitó esto el papel distintivo a los **términos teóricos** y el apoyo al instrumentalismo? Decir que no implica dos cosas. Al defender su utilidad, Carnap estaba de acuerdo con Hempel en que, en la práctica, los términos teóricos eran indispensables para facilitar las relaciones inductivas entre los *hechos observacionales*. En cuanto a su defensa de su **legitimidad cognitiva** se refiere, Carnap sostenía que esto requería determinar lo que él llamó su "importancia/significancia experiencial", a saber, determinar específicamente en qué consistía su significancia empírica. Es por este propósito que Carnap vino a implementar el método de Ramsey para reglamentar los términos teóricos. Hoy en día esta denominada "ramseyficación" es a menudo discutida como un medio de expresar una posición de **realismo estructural**, una posición intermedia entre el **realismo científico** recalcitrante y el **antirrealismo**. Debido a su interpretación deflacionista de las teorías científicas se considera a este tipo de realismo estructural del interés de Carnap.

a) El concepto de "observación" entre los integrantes del Círculo de Viena.

Durante el **giro lingüístico**⁵ se centró la atención en la **lógica de los reportes observacionales, dejando de lado la observación en situaciones naturales o experimentales**⁶. Este énfasis se justificaba al suponer que una **teoría científica** es un **sistema de oraciones o estructuras de oraciones (proposiciones, enunciados, aseveraciones, y demás) para ser sometidas a prueba comparándolas con la evidencia observacional**. Asimismo, también se asumía que **las comparaciones debían ser entendidas en términos de relaciones de inferencia**. Si las relaciones de inferencia se mantenían sólo entre oraciones o proposiciones, se seguía que, **las teorías debían ser sometidas a prueba**, no contra observaciones o cosas observadas, sino

⁴ Maxwell, 1970.

⁵ El giro lingüístico consiste en el énfasis que hubo por parte de los filósofos al análisis del lenguaje. En el caso del Círculo de Viena se hizo énfasis en el análisis del lenguaje científico. El lenguaje científico está constituido por teorías. Entonces el análisis lógico de las teorías fue el objeto de estudio de los empiristas lógicos. Examinar la validez de las teorías fue el objetivo establecido por el Círculo de Viena. Estos concibieron a las teorías como grandes argumentos en los que había premisas y conclusiones. Entonces sólo examinaron la relación que guardan las proposiciones que encontramos en las teorías.

⁶ Bogen, 2009.

contra oraciones usadas para reportar observaciones (oraciones observacionales). Sin embargo, vale la pena hacer notar aquí que Schlick, miembro fundador del Círculo de Viena, simpatizaba con la teoría de verdad como correspondencia presentada por Tarski.

Los que compartían esta visión teorizaron acerca de la **sintaxis**, la **semántica** y la **pragmática** de las oraciones de observación, así como de las **conexiones inferenciales entre las oraciones de observación y las teóricas**. Al hacer esto ellos esperaban articular y explicar la autoridad de ampliar nuestros conocimientos concedida a las mejores teorías científicas naturales, sociales y de la conducta. ***La credibilidad de las teorías científicas fue lo que intentaron explicar los empiristas lógicos al apelar a la objetividad y accesibilidad de los reportes de observación y a la lógica del sometimiento a prueba de las teorías.***

Cabe señalar aquí que los empiristas lógicos tendieron a ignorar la diferencia entre observación y experimentación. Mientras que **experimentar** es aislar, preparar, manipular y controlar variables con la esperanza de producir **evidencia epistémicamente útil**, la observación, comúnmente concebida, consiste en darse cuenta y estar atento a detalles interesantes de cosas percibidas durante el curso de un experimento. Así entonces, ver una mora en una viña y poner atención a su color y forma sería **observar**. Extraer su jugo y aplicarle reactivos para probar la presencia de compuestos de cobre sería **experimentar**.

2. EL CONCEPTO DE “OBSERVACIÓN” EN LAS CIENCIAS A PARTIR DE TRES CASOS DE ESTUDIO ESPECÍFICOS.

Ha habido varios análisis filosóficos sobre lo que los científicos consideran como entidad o proceso observable. Entre los que destacan: el caso de los neutrinos solares analizado por Shapere⁷ y el caso de las estructuras celulares y otros objetos microscópicos por Hacking⁸. En estos casos particulares se quiere hacer notar que la observación (entendida como la actividad de percatarse de ciertas cosas meramente con los ojos) es condición necesaria, pero no suficiente para la experimentación. La experimentación requiere de algo más que la mera observación y la observación epistémicamente útil o relevante resulta de un experimento. En consecuencia, podemos decir, sin temor a equivocarnos que sin experimentos, entendidos en

⁷ Shapere, 1982.

⁸ Hacking, 1985.

la forma anterior, no podemos hallar evidencia a favor o en contra de las creencias sobre las entidades y/o procesos postulados por las teorías científicas en las ciencias naturales.

a) El caso de la observación de neutrinos solares.

Shapere, a partir del caso de estudio sobre la observación directa de neutrinos, define lo siguiente:

“X es directamente observado (observable) si:

- 1) Se recibe información (o puede recibirse) por medio de un receptor apropiados; y
- 2) Esa información es (o puede ser) transmitida directamente, es decir, sin transferencia, desde la entidad x (que es la fuente de la información) hasta el receptor.

Nótese que estas dos condiciones deben cumplirse para decir que un objeto es observable.”⁹

Según Shapere, la especificación de lo que es **observable** y lo que cuenta como **observación** depende del estado prevaleciente del conocimiento sobre el mundo físico y está sujeta a cambios de acuerdo al cambio de tal conocimiento. El conocimiento físico prevaleciente especifica qué cuenta como “un receptor apropiado”, qué cuenta como “información”, los tipos de información que existen, las formas en las cuales se “transmite” y “recibe” la información de diversos tipos, y el carácter y los tipos de interferencia así como las circunstancias y la frecuencia con la que ésta ocurre.

Por otro lado, Shapere, establece que la situación de observación se compone en tres partes:

1. La emisión de información por la fuente (la entidad x);
2. La transmisión de esa información; y
3. El receptor de esa información.

Estas partes vienen juntas en los contextos científicos, es decir, no se hace tal distinción. Los tres componentes anteriores están entremezclados que su separación es a veces bastante artificial y no es útil para ningún propósito desde el punto de vista científico; sin embargo, resultará que la separación, en la forma que propone Shapere, posibilitará una discusión fértil de ciertos problemas que los filósofos han planteado con respecto a las relaciones entre **teoría** y **observación**.

⁹ Shapere, 1982, p. 504.

Las teorías de transmisión y de la recepción de la información son, según Shapere, los puntos más relevantes para poder establecer en qué consiste la **observación** en la ciencia a partir del caso particular de la **observación** de neutrinos. Sin embargo, las teorías de la transmisión y de la recepción no se pueden discutir sin una adecuada comprensión de la teoría de la fuente de información. **En la ciencia** lo que cuenta como **observación** no puede separarse por completo de la contrastación y la justificación de las teorías.

El análisis del caso específico de observación de los neutrinos arroja como resultado la clarificación del uso que hace el astrofísico sobre **observación** y lo que resulta **observable**.

Hay dos aspectos en el uso del término "observación". El primero es el **aspecto perceptual** donde se considera a la observación como un tipo especial de percepción. A la luz de este aspecto, el problema de la **observación** es visto como un caso especial del problema de la **percepción** que debe ser analizado a la luz de esta última. El segundo es el **aspecto epistémico** donde se resalta el papel que juega la **observación** como **evidencia** que nos conduzca a sostener creencias verdaderas y así obtener conocimiento.

En la **tradición empirista** se han identificado el **aspecto epistémico** y el **aspecto perceptual** de la observación dando como resultado que el problema del apoyo observacional para las creencias o para el conocimiento se interpretase como el problema de **cómo es posible que la percepción dé origen al conocimiento o apoye a las creencias**.

El **aspecto epistémico** y **perceptual** de la observación, sin embargo, se han llegado a **separar** en áreas sofisticadas de la ciencia, y por buenas razones. **La ciencia** se interesa por el papel que juega la **observación** como **evidencia** y no por su aspecto perceptual, pues nuestros sentidos son poco confiables, ya que son limitados o poco agudos para poder observar todo. En la medida en que se ha reconocido que es posible recibir información que no es directamente accesible por nuestros sentidos, la ciencia ha podido llegar cada vez más excluir tanto como sea posible el **aspecto perceptual** de la **observación** pues no juega un papel primordial en la **adquisición de evidencia adecuada** para sostener creencias sobre las entidades postuladas por las teorías. La ciencia ha debilitado la identificación entre **percepción** y **evidencia** de la observación para concentrarse en el aspecto último. Esto se debe, considera Shapere, a que la ciencia persigue **finest distintos** a la filosofía, a saber: contrastar hipótesis y adquirir conocimiento a través de la observación y experimentación empíricas.

Para Shapere una **observación** se obtiene a partir de un **experimento**, pues este último es una situación en la que se instala un “receptor” adecuado con el fin de poner a prueba una hipótesis u obtener información acerca de un objeto o proceso postulado por una determinada teoría.

El caso del experimento de los neutrinos solares presenta rasgos que son característicos del papel que juega la observación (y el sentido en que debe entenderse ésta –algo que involucra algo más allá del mero hecho de percatarse de cosas o fenómeno haciendo uso exclusivamente de nuestros ojos) en muchos campos de la investigación científica. Porque las relaciones que hay entre receptor y fuente que se dan en este caso particular son similares a las que se dan en el caso de la recepción telescópica, espectroscópica y fotográfica de fotones que provienen de objetos distantes, concluye Shapere. Sin embargo, también hay áreas científicas, considera él, donde todavía juega un papel importante la percepción y la relación entre ésta y la observación es aún muy estrecha.

b) El caso de la observación de objetos microscópicos.

Para Hacking, la observación no es ver de manera pasiva, sino una habilidad. De la misma manera en que cualquier artesano habilidoso se preocupa por tener nuevas herramientas, un científico se preocuparía por tener nuevas herramientas de detección como el microscopio para elaborar nueva **evidencia** que sirva para contrastar con los hechos las teorías científicas que postulan determinadas entidades o procesos. Para entender lo que un microscopista ve o si ve a través del microscopio, uno necesita saber bastante acerca de cómo funciona un microscopio. Cualquier persona no verá a través de un microscopio a menos que haya aprendido a utilizarlo. Aprender a utilizar un microscopio es algo de tipo práctico y no teórico. Se debe aprender a despreciar efectos de distorsión y la manera de preparar los objetivos para poder ver algo en ellos. Las lentes de un microscopio por sí mismas no permiten ver mucho, hay otros procesos que entran en juego, tales como la iluminación del objeto que queremos ver a través del microscopio, los cortes que se deben hacer del tejido, la tinción de anilina para teñir los tejidos vivos, pues por sí mismos son transparentes, saber ajustar los tornillos, etc. Hay más una serie de manipulaciones que una mera observación pasiva en el caso de observar a través de un microscopio. Debido a las propiedades particulares de los objetos microscópicos se debe buscar entidades que interactúen con ellos para poder identificar a través del lente sus propiedades o elementos. La anilina y la iluminación entran en contacto con los cortes de tejido para poder identificarlos bajo el lente del microscopio, por ejemplo, sin estas

interacciones no sería posible ver algo en lo absoluto. (Como se verá más adelante, en sentido estricto y por definición un inobservable es cualquier fenómeno o entidad que debido a sus características no interactúa con nuestros órganos sensoriales, a menos que se empleen herramientas o medios ajenos a éstos que hacen posible que interactúen con nuestros órganos sensoriales)

A través de varios **procesos físicos** tales como la transmisión de electrones y la re-emisión fluorescente se detectan cuerpos. Tales procesos son propios de distintos tipos de microscopios. Todo uso de microscopios de cualquier tipo muestra que hay ciertas **características estructurales** de la célula que son visibles cuando interactúan con otras entidades o procesos mediante varias técnicas que los producen.

c) El caso de la observación de impulsos nerviosos.

Helmholtz calculó la velocidad de los impulsos de excitación que viajan a través de un nervio motor. Para iniciar los impulsos que serían calculados, él implantó un electrodo en uno de los extremos de una fibra nerviosa e hizo correr corriente en él desde una espiral. El otro extremo estuvo sujeto a un pedazo de músculo cuya contracción señalizaba la llegada del impulso. Para determinar cuánto tiempo le tomaba al impulso alcanzar el músculo él tenía que saber cuándo la corriente estimulante alcanzaba al nervio. Pero sus sentidos no eran capaces de manera natural (sin ayuda de alguna herramienta externa) de detectar o percibir un momento individual de tiempo con tan poca duración y así tuvo Helmholtz que recurrir a lo que él denominó "métodos artificiales de observación"¹⁰.

Estos métodos consistían en **arreglar** dispositivos o poner dispositivos en un **arreglo** para que la corriente que salía de la espiral pudiera desviar una aguja de galvanómetro. Al asumir que la magnitud de la desviación es proporcional a la duración de la corriente que pasa desde la bobina, Helmholtz pudo usar la desviación para calcular la duración que no podía ver. Esta "observación artificial" no debe confundirse con usar lentes de aumento o telescopios para ver objetos distantes o pequeños. Tales aparatos permiten que el observador someta a escrutinio objetos visibles. La duración minúscula del flujo de la corriente no es un objeto visible. Helmholtz utilizó **herramientas de detección** (el galvanómetro) para determinar la duración de

¹⁰ Bogen, 2009.

la corriente. En otras palabras, pudo estudiar tal corriente al ver la aguja del galvanómetro desviarse. (Observación indirecta).

3. LA DISTINCIÓN OBSERVABLE/NO OBSERVABLE TRADICIONAL.

a) La distinción observable/no observable en la ciencia.

Varias de las cosas (entidades, procesos) que investigan los científicos no interactúan con los **sistemas perceptuales humanos** como se requeriría para producir experiencias perceptuales de ellos como los ejemplos anteriores de los neutrinos, la célula y los impulsos nerviosos nos mostraron. El conjunto de estas cosas caen en el ámbito de lo **inobservable**. Este tipo de entidades y/o procesos son investigados por los científicos mediante métodos que muy poco tienen que ver con la percepción como evidencia a favor de la existencia de un objeto. Tales métodos están basados en las **propiedades de detección** que les atribuye la teoría a las entidades o procesos que postula. Según la postura semi-realista elaborada por Anjan Chakravartty que se expondrá con detalle más adelante, dentro de la categoría de lo **inobservable** hay una categoría de inobservables detectables. Estos poseen **propiedades de detección** capaces de interactuar con aparatos de detección elaborados a partir de las teorías que describen tales propiedades de las entidades o procesos que postulan. La **evidencia** que los científicos necesitan para creer en la existencia y las propiedades de tales entidades surge más de los aparatos de detección que de la capacidad perceptual humana pues “escapan” a esta última.

Los procesos o entidades **no observables** pero **detectables** son aquellos que son imperceptibles por nosotros debido a las limitaciones de nuestras capacidades perceptuales. En muchos casos la evidencia no perceptual generada por los aparatos de detección que interactúan con estas entidades no tiene casi nada que ver con la percepción. Algunos casos de estudio acerca de la **observación** y lo que debe ser considerado como **observable** en las ciencias tienen que ver con aparatos como galvanómetros, microscopios o experimentos más elaborados como para poder detectar neutrinos como se vio en la sección anterior.

Los científicos en activo se muestran contentos, o no les causa problema alguno, llamar a las cosas que registran en sus equipos experimentales (o que son detectados por estos equipos, muchos de los cuales se elaboran a partir de teorías ya establecidas) "observables" a pesar de que no los registren mediante sus propios sentidos o no puedan hacerlo. Es decir, aunque muy poco o nada tengan que ver con la percepción. Pues el sentido con el que usan “observable”

resalta el **aspecto epistémico** de la **observación**, i.e., su función como evidencia a favor de la creencia en 1) que algo existe 2) y/o es de tal manera (posee tales características/propiedades).

Sin embargo, la distinción observable/no observable tiene mucha importancia en la discusión filosófica entre, por ejemplo, el anti-realismo propuesto por el Empirismo constructivo de van Fraassen y el realismo científico.

b) La distinción observable/no observable en la filosofía de la ciencia.

La visión defendida por van Fraassen, a diferencia de otros tipos de empirismo, adopta una semántica realista. La semántica realista adoptada por el empirismo constructivo radica en que este último no niega la existencia de un mundo externo ajeno de la mente de los individuos y tampoco afirma que el conocimiento sea acerca de la experiencia. Por lo tanto, el empirismo constructivo, afirma la existencia de entidades y procesos observables descritos por las teorías científicas y se muestra agnóstico con respecto a lo que va más allá de nuestros sentidos postulado y descrito por las teorías científicas. Como se hará notar más adelante, para el empirista constructivo, la **distinción observable-inobservable** es extremadamente *importante*, pero *sólo en el ámbito del conocimiento*, y esta característica marca a esta posición como una posición intermedia interesante entre el realismo y varios tipos de escepticismo. Aquí hay que entender por escepticismo, según Chakravartty, cualquier posición que esté de acuerdo con la **ontología** y la **semántica realista**, pero que ofrezca consideraciones epistémicas para sugerir que uno no tiene conocimiento del mundo o que uno no está en posición privilegiada alguna para confiar en lo que uno sabe. *El empirismo constructivo va de la mano con la parte escéptica, poniendo en duda que uno pueda tener conocimiento de lo inobservable, pero también va de la mano con la parte realista, aceptando que uno sí puede tener conocimiento de lo observable*¹¹. Mucha de la controversia alrededor de las posiciones realistas y anti-realistas concierne a la cuestión de *cómo se deben entender las afirmaciones científicas, a la luz de las distinciones entre lo observable y lo inobservable por un lado, y entre las dos categorías de los inobservables, los detectables y los indetectables, por el otro.*

¹¹Estrictamente, el E.C. es la visión de que la meta de la ciencia son afirmaciones verdaderas acerca de los observables, y no la verdad de manera más general, pero esto es interpretado en la forma sugerida por el autor.) *Al adoptar una semántica realista, el E.C. evita las dificultades semánticas que fueron en gran parte responsables de la muerte del empirismo lógico en la segunda mitad del siglo XX y ha tomado su lugar como el principal contrincante del realismo en la actualidad.*

Cabe resaltar que hay dos formas de pensamiento empirista. La primera forma afirma que la experiencia sensorial es la fuente de todo el conocimiento del mundo. Nótese aquí el **compromiso ontológico y semántico** realista expresado por “conocimiento del mundo.” Este tipo de empirismo es el que representa el empirismo constructivo cuyo defensor es Van Fraassen. La segunda forma establece que todo el conocimiento es sobre la “experiencia”. Nótese aquí la falta de compromiso ontológico y semántico realista. Esta forma más radical es la que más críticas recalcitrantes ha hecho en contra del realismo, pues rechazan hablar de cuestiones metafísicas como la existencia del mundo. Este tipo de empirismo no podría ser etiquetado como “científico”, estrictamente hablando, pues niega que la ciencia brinde conocimiento objetivo, es decir, acerca del mundo.

c) Críticas a la división observable/no observable en la filosofía de la ciencia.

Me parece pertinente mostrar una serie de argumentos en contra de la relevancia epistemológica de la división observable no observable propuesta por van Fraassen en su Empirismo Constructivo. Entre los autores que argumentan en contra tal distinción tenemos a Churchland, Gutting y Hacking.

Para Churchland¹², tanto la ontología observacional como la no observacional se muestran como igual de dudosas como para confiar en ellas, pues los conceptos observacionales están cargados de teoría y su integridad es contingente de la misma manera que las teorías que los contienen.

Asimismo él considera que la historia está plagada de ejemplos de compromisos ontológicos errados tanto en el ámbito de lo observable como de lo inobservable. Cosas que creíamos como existentes en el ámbito observable resultaron no serlo: brujas, esferas celestes, magos; (Sin embargo es debatible si tales entidades eran observables o no, más bien pensábamos que lo eran por ser macroscópicas) cosas que creíamos como existentes en el ámbito inobservable y que resultaron no serlo: flogisto, calórico, éter luminífero.

Por si fuera poco, Churchland hace ver que las teorías acerca del aspecto observable del mundo no están exentas al problema de la sub-determinación por la evidencia empírica, por lo tanto no hay ventaja alguna en creer sólo en las teorías que versan sobre lo observable.

¹² Churchland, 1985.

Él también considera que hay varias razones por las cuales entidades y procesos pueden no ser observados, entre las principales tenemos: 1) carecen de una propiedad espacio-temporal apropiada con relación a **nuestro aparato sensorial**, 2) carecen de dimensiones espacio-temporales apropiadas también **con respecto a nuestro aparato sensorial**, 3) no tienen una adecuada energía para poderlos identificar, o son muy débiles o son muy fuertes, 4) no tienen una longitud de onda adecuada, 5) carecen de una masa apropiada, 6) no pueden sentir las fuerzas fundamentales de la naturaleza que nuestro aparato sensorial utiliza. Esta lista podría extenderse indefinidamente, pero lo que se quiere enfatizar con ésta es que cualquier criterio que se escoja para decir que algo es inobservable es insuficiente porque cualquiera de todos los enlistados sólo es un hecho contingente de nuestras capacidades perceptuales.

Si tuviésemos características distintas en nuestros órganos sensoriales de manera tal que fueran más agudos o potentes entonces, la distinción entre lo observable e inobservable se trazaría de distinta manera. Lo que, dadas las capacidades de detección de nuestros órganos sensoriales que conforman la denominada "percepción", es observable, bien podría ser inobservable y viceversa. Argumenta Churchland.

Churchland establece que el escepticismo selectivo sobre lo inobservable por parte del Empirismo Constructivo carece de justificación y parece que no podremos dársela, pues los científicos en activo difícilmente rechazan sus compromisos epistémicos y ontológicos acerca de los términos de las teorías cuando están en sus laboratorios y fuera de ellos.

Si nuestros ojos tuvieran capacidades distintas y se asemejaran a un microscopio que permitiese ver partículas de virus, partes del ADN y otros tantos objetos microscópicos, entonces estaríamos justificados en considerar a todos estos objetos como observables y así incluirlos en nuestra ontología. Pero, a pesar de que en realidad no tenemos tales capacidades en nuestros ojos, podemos construir aparatos o herramientas que si tengan tales características y capacidades, entonces ¿por qué no podemos estar justificados en creer en tales objetos?

Ahora veamos las posibles objeciones de un realista que esté dialogando con un empirista constructivo a partir del trabajo de Gutting¹³.

Para la postura del empirismo constructivo de Van Fraassen, la observabilidad se refiere a las limitaciones empíricas de los seres humanos para percibir objetos debido a las características de sus órganos sensoriales, como el ojo, el oído, la piel, etc. y no a la capacidad de los humanos para desarrollar aparatos que puedan “percibirlos”. Por lo tanto, lo que es observable no está determinado por la investigación científica, sino por los límites de nuestros sentidos. Luego la división queda perfectamente trazada y no deberíamos creer en todo aquello que escape a nuestras capacidades perceptuales.

Sin embargo, el realista postula lo contrario. Asegura que nuestros sentidos son de alguna forma aparatos de detección con límites bien establecidos. Por lo tanto, la elaboración de métodos o instrumentos que permitan detectar inobservables pueden ser empleados para justificar nuestras creencias en y el conocimiento de éstos. Luego, la distinción observable/inobservable no puede establecerse de manera bien definida porque resulta que lo que se escapa a nuestros sentidos puede ser detectado mediante otros medios o aparatos y así es “observado indirectamente”. Lo que resulta de esto es que hay más bien una continuidad entre lo observable y lo inobservable. Lo que es observable o inobservable dependerá de los aparatos o medioa de detección que se puedan desarrollar de acuerdo con el conocimiento científico adquirido en un momento histórico determinado.

Gutting hace hincapié en una consecuencia de decir que algo es observable. Si algo es observable, aún queda la posibilidad de que no haya sido observado aún o sea observado en el futuro. No porque algo sea observable, quiere decir que ha sido observado o será observado, por lo tanto no deberíamos confiar ciegamente en lo que no hemos percibido aún. (Nótese aquí la relevancia de la cuestión perceptual de la observación para la discusión filosófica)

Por otro lado, él nos hace ver también que es posible que algunas entidades observables posean propiedades no observables. Ejemplo: el sol es observable, pero su temperatura interior no. Y no por eso se debería dudar de la segunda propiedad. Si esto es así no habría razón para dudar de la existencia del mundo inobservable en general, pues dado que una entidad observable puede tener algunas propiedades inobservables, acaso podemos decir que

¹³ Gutting, 1985.

tal propiedad como la temperatura del sol ¿no existe?. Parece que no. Gutting concluye que falta una explicación por parte del empirista constructivo de por qué la distinción observable-no observable es epistémicamente relevante.

Por último, veamos el “argumento de la rejilla o cuadriculado” propuesto por Hacking para mostrar que no hay razón alguna para dudar de la existencia de las cosas que no podemos percibir y si esto es así entonces carecería de sentido la distinción entre observable/no observable propuesta y defendida por el Empirismo Constructivo.

“Considérese la rejilla que usamos para re-identificar los cuerpos densos en un microscopio. Las rejillas diminutas están hechas de metal; son apenas visibles para el ojo desnudo. Están hechas mediante el dibujo de una rejilla grande con tinta y pluma. Las letras son ingeniosamente inscritas por un dibujante en la esquina de cada cuadrito de la rejilla. Luego la rejilla es reducida fotográficamente. Usando lo que ahora son las técnicas estándar, el metal es depositado sobre el micrógrafo resultante. Las rejillas son vendidas en paquetes o más bien tubos de 100, 250 y 1,000. Los procedimientos para hacer tales rejillas son comprendidos en su totalidad y tan confiables como cualquier otro sistema de producción masiva de alta calidad.

Lo que es relevante aquí es que estamos de rutina reduciendo una rejilla o cuadriculado. Luego vemos al pequeño disco a través de casi cualquier tipo de microscopio y vemos exactamente las mismas formas y letras que fueron dibujadas en grande por el primer dibujante. Es imposible siendo serios imaginar la posibilidad de que el diminuto disco que sostengo a través de dos pincitas, no tiene, de hecho, la misma estructura de la rejilla etiquetada.

Yo sé que lo que veo a través del microscopio es verídico porque hicimos a la rejilla de esa manera. Yo sé que el proceso de manufactura es confiable porque podemos checar los resultados con el microscopio.

Más aún podemos checar los resultados con cualquier tipo de microscopio, utilizando una docena de procesos físicos sin relación alguna para producir una imagen. ¿Podemos considerar la posibilidad de que, siendo todo igual, esto sea una coincidencia enorme? ¿Es una gigantesca conspiración de 13 procesos no relacionados que la rejilla a gran escala fuera reducida en alguna no-rejilla que cuando vista usando 12 tipos distintos de microscopio aún se vea como

una rejilla? Para ser un anti-realista sobre la rejilla deberías invocar un genio maligno cartesiano del microscopio.”¹⁴

En resumen, la división que intenta fundamentar el empirismo constructivo entre observable/no-observable carece de fundamentos por varias razones: 1) Tal división está trazada a partir de un hecho meramente contingente respecto a las propiedades o características de nuestros órganos sensoriales. Si tuviéramos órganos sensoriales con un espectro de detección más amplio o restringido, se trazaría de distinta manera. 2) Limitarse únicamente a confiar en los elementos de una teoría que versan sobre observables no nos exenta de equivocarnos, pues hay varias cosas en este ámbito que resultaron ser falsas, como las brujas. 3) No hay razones suficientes para limitarnos a los aspectos observables descritos por las teorías, pues hay razones para confiar en los métodos o herramientas de detección que hemos elaborado para que las entidades o fenómenos inobservables puedan interactuar de alguna manera con nuestros órganos sensoriales. Por lo tanto, todas estas apuntan a que tal división no representa ninguna ventaja o beneficio y que carece de fundamentos.

4. LO INOBSERVABLE DETECTABLE Y LO NO DETECTABLE.

El estatus ontológico de lo que es inobservable es lo que ha desatado controversias acaloradas en la filosofía de la ciencia entre realistas y empiristas constructivos como se pudo ver con los ejemplos de argumentos en contra tal distinción por parte de los realistas.

Sin embargo, hoy en día existe una postura “naturalista” por llamarlo así, que establece que lo que es observable y lo que no es observable depende del grado de conocimiento científico disponible en un determinado tiempo, tal como sostiene Shapere¹⁵.

Ahora bien, siguiendo esta postura, tenemos una reciente postura realista denominada **Semi-realismo**, la cual es defendida por Anjan Chakravartty¹⁶ (y será abordada en el capítulo tercero a detalle). Por ahora sólo se mencionará que en esta postura se lleva un poco más allá la distinción entre lo observable y lo no observable, pues se divide a esta última en dos categorías más: los inobservables que son detectables y aquéllos que no lo son.

¹⁴Hacking, 1985.

¹⁵ Shapere, 1982.

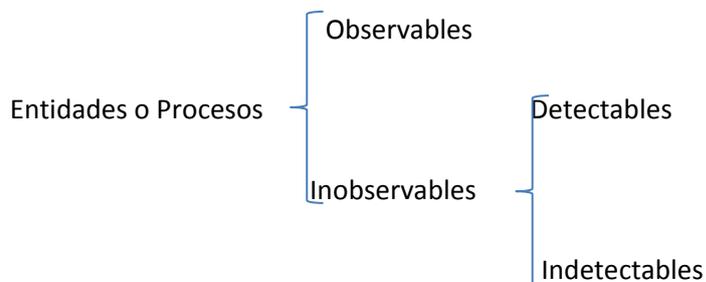
¹⁶ Chakravartty, 2007.

La palabra “**detectable**” aplica para los inobservables que uno puede detectar usando instrumentos y no de otra manera. (Como se vio en la sección anterior a partir de los casos de observable en las ciencias naturales). Ejemplos de este tipo de entidades son: las mitocondrias, los electrones, neutrinos, paredes celulares, etc.

El término “**indetectable**” aplica para aquéllas que no se pueden detectar en lo absoluto. Ejemplos de estos últimos: las posiciones y velocidades de los objetos con respecto al espacio absoluto, direcciones de la luz en el éter o en los campos electromagnéticos y cualesquiera entidades sin eficacia causal como las entidades matemáticas, tales como los números. Todos estos comparten la característica de que su existencia putativa no puede estar sujeta a la investigación empírica, ya sea en práctica o en principio.

Las entidades **inobservables detectables** tienen ciertas propiedades que la teoría les atribuye. Tales propiedades consisten en propiedades causales que uno ha logrado detectar y están vinculadas causalmente a comportamientos regulares de los detectores que se han elaborado.

Las entidades **inobservables indetectables** tienen ciertas propiedades que la teoría les atribuye. Tales propiedades pueden ser causales o no, pero, por lo general, estas propiedades son parte de entidades que no son indispensables para interpretar mínimamente las ecuaciones que contiene una teoría.



¿Qué establece que la existencia putativa de una entidad postulada por una teoría no pueda ser el objeto de investigación empírica? El conocimiento científico y el desarrollo tecnológico de una determinada época.

El éter, el calórico y el espacio y tiempo absolutos, son ejemplos de entidades inobservables no detectables, en el sentido previamente establecido, porque además de no ser accesibles a nuestros aparatos receptores naturales (órganos sensoriales) las teorías en las que estaban incluidos no los describían con propiedad causal alguna o con propiedades causales insuficientes para elaborar un aparato de detección pertinente para corroborar su status

ontológico en el momento en que fueron postulados. Con el paso del tiempo y del desarrollo teórico y técnico no se pudieron elaborar instrumentos capaces de detectar sus propiedades causales y someterlas a detección, por lo que si no eran detectados, había fuertes razones para no creer en su existencia o simplemente el desarrollo teórico estableció innecesarias tales entidades por carecer de propiedades que nos permitieran detectar tales entidades. i.e., causales.

A) Propiedades causales de detección y auxiliares.

Para entender más a fondo la distinción entre inobservables no detectables y detectables Chakravartty introduce la distinción de las propiedades causales en las de detección y las auxiliares. Las primeras son propias de entidades postuladas que juegan un papel importante para la interpretación de una determinada ecuación y que son conservadas durante Teorías sucesivas. Las segundas son postuladas como herramientas heurísticas principalmente y no juegan papel alguno para interpretar una ecuación.

Las **propiedades de detección** son las propiedades causales que se han logrado detectar mediante aparatos de detección. Están vinculadas causalmente a comportamientos regulares de nuestros detectores. Las propiedades de detección son las **propiedades causales** que uno sabe, es decir, las propiedades en las que uno cree razonablemente con base en nuestro contacto causal con el mundo.

Las **propiedades auxiliares** son cualesquiera otras propiedades distintas a las causales. Su status ontológico es desconocido, pueden ser meras ficciones o causales posteriormente.

Una **propiedad auxiliar** es aquella que una teoría le atribuye a una entidad propuesta por la misma teoría, pero que dado el actual conocimiento científico, no tenemos base para determinar su status ontológico.

Las propiedades de detección y auxiliares tienen este status epistémico de acuerdo al estado de investigación científica en el tiempo en que se propongan. Una propiedad auxiliar se podría convertir en una propiedad de detección, pero ¿una propiedad de detección podría pasar a ser considerada como auxiliar, dado el conocimiento científico que se tenga en ese momento?

Imagínese el caso del flogisto, se proponían propiedades causales que nos permitieran detectarlo. De hecho se creía que los aparatos de detección elaborados, interactuaban con él, sin embargo, resultó ser que todas esas propiedades no hacían referencia al flogisto, sino a

otra entidad. ¿En este caso de cambio de referente, podemos decir que las propiedades de detección del flogisto se mantuvieron, cambiaron o se eliminaron, dado que se eliminó el flogisto de las entidades propuestas por las teorías químicas?

Sin embargo, recuérdese que no todas las propiedades causales propuestas para el flogisto fueron las mismas que permanecieron para el oxígeno, ¿cambiaron éstas a auxiliares simplemente o se eliminaron de tajo porque se eliminó en su totalidad la entidad que putativamente las tenía? Esto requiere de mayor explicación por parte del semi-realista.

Las propiedades que se consideren en un determinado momento como auxiliares pueden ser consideradas con el avance de la investigación científica como de detección en algunos casos, o simplemente se eliminarán en otros o permanecerán como tales.

Las relaciones existentes entre las propiedades causales de detección y auxiliares se dan de distintas maneras. Todas las propiedades de detección son causales. Detectar es establecer un vínculo con el particular bajo investigación.

La atribución de propiedades auxiliares no tiene que ver con que existan o no. Esto sólo lo sabremos cuando las podamos detectar y si esto sucede, entonces serán propiedades de detección en vez de auxiliares. En caso contrario, pueden permanecer allí si desempeñan un papel heurístico importante o descartarlas si ya no desempeñan este papel.

Si resulta que el contenido de detección es retenido generalmente con el cambio teórico durante el tiempo y si lo que es dejado atrás era meramente auxiliar, entonces el realista puede ofrecer una explicación de la continuidad de la actividad científica dentro de su desarrollo. Es decir, se podrá establecer un progreso científico o la idea de que las teorías son cada vez más aproximadas a la verdad. Esto a la luz de la postura semirealista propuesta por Chakravartty.

Si lo anterior es cierto, entonces el realista sólo tiene que comprometerse con las relaciones de propiedades de detección y mantener una postura agnóstica o escéptica con respecto a las propiedades auxiliares de las entidades inobservables propuestas por las teorías.

B) El Criterio de demarcación entre las propiedades causales de detección y las auxiliares.

Las **propiedades de detección** son aquellas que juegan un papel importante en la descripción de las **ecuaciones** que encontramos en una teoría. Estas parecen ser caracterizadas como indispensables según la postura semi-realista, ya que parecería que sin éstas no se podría dar una **interpretación mínima** de las ecuaciones matemáticas que describen las interacciones entre las entidades propuestas a partir de sus propiedades causales.

Las **propiedades de detección** están conectadas mediante **procesos causales** a nuestros instrumentos y otros medios de detección. Los **procesos causales** se describen generalmente en términos de ecuaciones matemáticas que son o pueden ser interpretadas como descripciones de relaciones de propiedades. Para dar una **interpretación mínima** (cuestión que se aclara más adelante) de las ecuaciones que encontramos en las distintas teorías científicas, se requiere apelar a las **propiedades de detección**.

Siguiendo la postura semi-realista (y sin explicar en qué consiste en su totalidad por ahora) todo lo que no se requiera para hacer predicciones y retrodicciones a la luz de una ecuación embebida en una teoría específica, es auxiliar, y no debería el realista comprometerse con su existencia. Cualquier cosa que no sea necesaria para dar una **interpretación mínima** de cualquier **ecuación matemática** contenida en cualquier teoría, deberá ser considerada como auxiliar. Si hay algo en la teoría que no sea necesario para dar una **interpretación mínima** de cualquier ecuación matemática contenida en cualquier teoría, deberá ser considerada como auxiliar.

Si esto es así, ¿los objetos matemáticos, tales como la integral, derivada, vector, función son auxiliares debido a que no desempeñan un papel importante o ninguno para interpretar mínimamente la ecuación? Y siendo auxiliares, ¿son inobservables indetectables o simplemente tienen otro status ontológico distinto a los objetos físicos? ¿Qué status ontológico pueden tener tales entidades? Parecería ser que el semi-realista no se compromete con su existencia.

A partir del semi-realismo de Chakravartty tenemos que toda teoría incorpora elementos (entidades, procesos, propiedades/características) **observables** e **inobservables**. Asimismo también incorpora elementos **inobservables detectables** e **inobservables indetectables**. Los últimos, tales como el éter, el calórico, el campo electromagnético, el espacio y tiempo absolutos, son postulados auxiliares, es decir, entidades inobservables indetectables, en sus

limitados contextos teóricos. Es decir, los éteres y los campos electromagnéticos son entidades auxiliares en el contexto limitado de las ecuaciones de la luz de Fresnel y son más bien meras herramientas heurísticas importantes que rellenan nuestras imágenes conceptuales de los fenómenos de la luz. Del mismo modo el espacio absoluto es una herramienta heurística importante y una entidad auxiliar en el contexto limitado de la expresión " $F=ma$ ", contenida en la segunda ley del movimiento de Newton, pues no es necesario mencionar tal entidad para interpretar mínimamente las relaciones entre las propiedades contenidas en la expresión anterior.

En suma, las entidades ***inobservables indetectables*** son ***aparatos heurísticos*** importantes en el sentido de que ayudan a llenar las imágenes conceptuales del fenómeno que se pretende explicar, dado el contexto limitado de las ecuaciones que las teorías contienen y que explican el fenómeno en cuestión. Además de los ejemplos de inobservables no detectables en la física y la química, parece ser que muchas de las teorías científicas de otras ciencias, como las matemáticas, lógica, y ciencias sociales están plagadas de ellos o todas las teorías consistirían de este tipo de entidades. Si esto es así ¿qué tipo de desarrollo hay en éstas? ¿Un desarrollo meramente acumulativo para las primeras y ningún tipo de desarrollo progresivo para las sociales? Esto es algo que el semi-realista debería aclarar.

Si el realista cree en las relaciones de las propiedades de detección como dadas en la interpretación mínima y trata cualquier cosa que exceda estas estructuras con precaución, entonces podrá establecer qué elementos de la teoría permanecerán y son de mayor valor para creer en ellos. Podrá discernir entre las entidades inobservables detectables y las que no son detectables, a la luz del conocimiento actual.

Las descripciones de las propiedades de detección y sus relaciones, identificadas al dar una interpretación mínima de las ecuaciones matemáticas conectadas con la detección son susceptibles de ser retenidas en alguna forma en teorías posteriores porque sin ellas no se podría interpretar las teorías.

Sin las descripciones de las propiedades de detección de las entidades inobservables y sus relaciones, carecerían de sentido las ecuaciones matemáticas contenidas en las teorías.

Las ecuaciones que encontramos en las teorías son necesarias para describir los comportamientos regulares de nuestros detectores. Si interpretamos a las ecuaciones como ***estructuras concretas***, entonces es a lo que mejor acceso epistémico se tiene, pues están

causalmente conectadas a nuestros medios de detección. Sólo así ya no resulta sorprendente que las descripciones de las estructuras a las que mejor acceso epistémico tenemos permanezcan relativamente estables mientras que las teorías son modificadas y mejoradas con el paso del tiempo.

En el caso concreto de las ecuaciones de la luz propuestas por Fresnel tenemos que se puede llegar a éstas a partir de las ecuaciones de la teoría electromagnética de Maxwell. Por lo tanto, dice el realista estructural, la estructura de la luz está dada por las ecuaciones matemáticas comunes a las teorías de Fresnel y de Maxwell. Pero no sólo eso dirá el semi-realista, pues hay propiedades intrínsecas que deben ser tomadas en cuenta para interpretar estas ecuaciones comunes entre ambas teorías. Estas propiedades son las causales y permiten que sean detectados ciertos fenómenos o entidades en nuestros aparatos de detección. En consecuencia, no sólo se mantienen las ecuaciones como constantes, sino también algunas propiedades de la luz, aquellas que son necesarias para interpretar mínimamente las ecuaciones, tanto en las de la teoría electromagnética de Maxwell como las de Fresnel.

$$\frac{R}{I} = \frac{\tan(i - r)}{\tan(i + r)}$$

$$\frac{R'}{I'} = \frac{\sin(i - r)}{\sin(i + r)}$$

$$\frac{X}{I} = \frac{(2\sin r)(\cos i)}{\sin(i + r)(\cos(i - r))}$$

$$\frac{X'}{I'} = \frac{(2\sin r)(\cos i)}{\sin(i + r)}$$

Las ecuaciones anteriores son las ecuaciones de onda de la luz. Éstas parten del hecho de que la luz puede ser analizada como una alteración del tipo de onda. Considérese un rayo de luz n polarizada. La polarización de tal rayo puede ser descompuesta en dos planos componentes a ángulos rectos de cada uno. Uno de éstos es llamado el plano de incidencia y contiene los rayos incidentes, reflejados y refractados. El otro componente está polarizado en un plano ángulos rectos del plano incidente. R, I y X representan las intensidades de los componentes polarizados incidentes, reflejados y refractados en el plano de incidencia. R', I' y X' representan las intensidades de los componentes polarizados a ángulos rectos del plano incidente. i y r

representan los ángulos conformados por los rayos incidentes y refractados con una normal al plano de refracción.

$$V(x, t) = A \cos(nt - px + a)$$

Tal ecuación representa la forma general de las ecuaciones de la luz entendida como una onda donde A es la amplitud de las oscilaciones, el tiempo $\frac{2\pi}{n}$ es el período y el factor (nt-px+a) es la fase. Las soluciones a esta ecuación representan ondas con longitudes de onda específicas y velocidades de propagación. El punto aquí es que a partir de esta ecuación propuesta por Maxwell uno puede estudiar y descubrir hechos de la luz presuponiendo otras características de la luz. Por lo tanto, podríamos no comprometernos con qué tipo de cosa es la luz, sino meramente con la relación que guarda con otras entidades, a partir de las meras ecuaciones comunes y decir así que una abarca más que la otra o que la posterior es mejor que la primera y que hubo una continuidad desde la ecuación que describe el comportamiento de la luz.

Las teorías actuales no retienen todas las partes de las estructuras descritas por las teorías antecesoras. Sólo se retienen las estructuras que están causalmente conectadas con nuestras prácticas de detección, i.e., estructuras concretas.

No hay que despreciar el **contenido auxiliar** de las teorías, porque su papel heurístico es importante. Debido a lo anterior, no es malo que encontremos estas en una teoría y deberíamos elogiar su presencia.

El éter es parte del contenido auxiliar de las teorías anteriores de la luz. Es necesario dar una **interpretación mínima** de las **ecuaciones** que describen relaciones entre **propiedades de detección**. El espacio y tiempo absolutos de las teorías de Newton son entidades inobservables indetectables porque las teorías los describen con propiedades no causales, es decir, auxiliares, propiedades que establecen a la entidad que las posee como carente de interacción causal para poder ser detectadas mediante algún detector elaborado por nosotros.

La noción de **interpretación mínima** de una ecuación tiene un **gran peso epistémico**. Si las estructuras son retenidas en alguna forma de una teoría a otra siguiente, es importante que la referencia de los términos para las propiedades y relaciones relevantes se mantenga con el paso de las teorías. Sin embargo, aún surge la pregunta: ¿realmente se mantiene la referencia entre teorías sucesivas? Lo que recuerda “la tesis kuhniana de la inconmensurabilidad” (en su aspecto semántico) de las teorías sucesivas.

Al identificar en el seno de una teoría las propiedades de detección que postulan teorías viejas o nuevas para ciertas entidades, los realistas tienen una razón a priori para creer que las descripciones de ellas se mantendrán en alguna forma en teorías subsecuentes.

Suponer que una longitud de onda es además una vibración en el éter es ir más allá de lo que es mínimamente requerido para dar una interpretación de este conjunto particular de ecuaciones. Suponer que algunas aceleraciones son además aceleraciones con respecto al espacio absoluto, como Newton hizo al contemplar su segunda ley del movimiento, podría ser considerado como ir más allá de lo que se requiere mínimamente para interpretar las relaciones entre las propiedades descritas por la expresión " $F=ma$ ".

La **interpretación mínima** consiste en el compromiso con las estructuras con las que se ha forjado un **contacto causal significativo** y en el entendimiento de las naturalezas de las propiedades de detección en términos de disposiciones para las relaciones con otras propiedades.

Si concedemos lo anterior, ¿dónde quedaría la interpretación mínima de las teorías que carecen de ecuaciones, tales como las que encontramos en las varias ciencias como las sociales, como teorías sobre la cultura, algunas partes de la biología, como la teoría de Mendel? Y ¿qué pasaría con teorías de las ciencias formales, como las matemáticas, que emplean ecuaciones pero para establecer propiedades de las entidades matemáticas que describen y no para describir relaciones causales entre ellas?

Parecería ser que el semi-realismo como la mayoría de los realismos que pretenden dar una correcta interpretación de las teorías y de la investigación científica centra su atención a las ciencias naturales, específicamente, en la física, la química y algunos casos de la biología. Pero conforme nos alejamos de la física parece ser que el semi-realismo no se ajusta al desarrollo de las demás ciencias ni a las formas que adoptan las entidades que proponen ni la forma en que las caracterizan para poder afirmar que hay un desarrollo progresivo en ellas como lo podemos afirmar de la física.

5. CONSIDERACIÓN FINAL.

La distinción observable/no observable como herramienta para la actitud escéptica propuesta por el Empirismo Constructivo sobre el ámbito de lo que escapa a nuestros sentidos es un intento similar de evitar un compromiso realista sobre el status ontológico y epistémico de los términos teóricos llevado a cabo por algunos de los integrantes del Círculo de Viena. Mientras que el E.C. invita a ser agnóstico acerca de la existencia y la posibilidad de conocimiento sobre todo lo que no podamos percibir (aunque mucho de lo que percibamos tampoco sea garantía epistémica de lo que creemos como existente o que sea como creamos que sea) el Círculo de Viena se esforzaba en intentar reducir los términos teóricos a términos observacionales o en hacer ver que relacionaban estrechamente con éstos, i.e., eran su base. El E.C. no propugna una reducción de lo que no es observable a lo observable, pero si establece que tal distinción es importante para evaluar a las teorías como empíricamente adecuadas pues no importa qué entidades inobservables postulen las teorías siempre y cuando den cuenta de los hechos de los que somos capaces de percatarnos.

Los términos “observación” y “observable” tienen usos distintos en el ámbito científico corriente y en la discusión filosófica entre realistas y anti-realistas de corte empirista. Mientras que en varias áreas de la ciencia: física, química, biología, etc., se hace énfasis en el papel epistémico de la observación, i.e., la información obtenida por un cierto instrumento a partir de la que genera un fenómeno o proceso físico determinado como **evidencia** para creer en la existencia de entidades/procesos y sus propiedades atribuidas por las teorías científicas que los postula, en la filosofía de la ciencia está estrechamente relacionado con la percepción, es decir, con los sentidos, por muy limitados que estos sean.

Nuestro conocimiento científico nos ha llevado a comprender cómo funcionan nuestros sentidos. Hay órganos específicos para cada uno de ellos, el ojo para la vista, la piel para el tacto, la lengua para el gusto, el oído (un conjunto de órganos) para el oído, y un conjunto sin nombre específico para el olfato. Cada uno de estos capta cierta información proveniente de distintas fuentes con ciertos límites. El ojo detecta cierto rango del espectro electromagnético, por ejemplo. El oído capta cierto rango de ondas sonoras y así con los demás órganos sensoriales. Las ciencias naturales han podido dar cuenta de lo que son nuestros sentidos, sus capacidades y sus límites. Por lo tanto, también se ha podido, a partir de esto, construir

aparatos capaces de detectar o percibir aquello que se escapa a nuestros órganos sensoriales debido a sus limitaciones inherentes.

Por lo que surge la pregunta ¿por qué seguir limitándonos a sólo creer en lo que nuestros órganos sensoriales pueden detectar? Aún si nos limitásemos a ellos, hay varios argumentos en contra de confiar en ellos como medios para conocer el mundo, el argumento de la ilusión y el de la alucinación. Por lo tanto, de manera pesimista podríamos concluir, que no tenemos razón suficiente para confiar en los aparatos de detección como en nuestros sentidos. Pero, de manera positiva, queda por decir que así como detectamos procesos y entidades por medio de nuestros órganos, vistos como un cierto tipo de mecanismos o dispositivos receptores de ciertos tipos de información, también podríamos detectar cualquier proceso y/o entidad, en principio, a partir de la construcción de otros aparatos o dispositivos receptores de otros tipos de información que no captan nuestros órganos sensoriales. Luego, ¿por qué seguir atrincherándose en hablar de sentidos y percepción cuando hay una riqueza mayor en términos científicos sobre cómo funcionan "nuestros sentidos" y en qué consisten?

Concuerdo con la tesis de que la **observación** y la **experimentación** en las ciencias naturales están estrechamente relacionadas. Pues en un **experimento** ponemos en interacción, manteniendo constantes algunas variables, varias entidades y/o procesos para "ver" que pasa generando así evidencia a favor o en contra de nuestras hipótesis acerca de la existencia de entidades y/o procesos con "x" o "y" propiedades. Tales entidades y procesos son generados y detectados por aparatos y dispositivos desarrollados con base en las teorías científicas del momento y conforme avanzan mejoran estas últimas, dando como resultado la posibilidad de generar nuevos tipos de **evidencia**.

La distinción entre entidades y procesos no observables detectables e indetectables propuesta por el semi-realismo es un tanto fiel a la forma en la que proceden las ciencias naturales y los usos que hacen de los términos detectable y detección. Sin embargo me parece que establecerla como un límite entre lo que el realista debe creer y lo que no, deja como problemático el status ontológico de las entidades matemáticas y lógicas, por un lado; y por el otro, de muchas áreas de las ciencias sociales, donde tales entidades no se describen en términos de propiedades causales en los que sí se describen las entidades de las ciencias naturales, piénsese en los números, la cultura, la clase social, una regla de inferencia, etc., ¿el

realista se negaría a decir que tales cosas existen? Sí no lo niega ni lo afirma, como sugiere la posición escéptica, simplemente pasa por alto el problema. Y si afirma que existen tales entidades ¿cómo es que las percibimos?, ¿qué tipo de características/propiedades tienen?, ¿podemos conocerlas, si no afirmamos o negamos su existencia?

Una vez expuesta la distinción entre lo observable/no observable, sus antecedentes, las nociones de “observación” y “observable” empleada en la ciencia y la filosofía, así como lo problemática que resulta y su consiguiente discusión entre realistas y empiristas lógicos, es pertinente recalcar que el fin de esta breve exposición es colocarnos en el ámbito de la discusión filosófica entre realistas y no-realistas, entendiendo, específicamente, por este último, al empirismo constructivo, en cuanto a la interpretación de las teorías científicas y el desarrollo de la ciencia se refiere.

En los capítulos siguientes se tomará como un hecho la distinción de objetos, procesos y sus propiedades en dos ámbitos: observable e inobservable. A pesar de ser por sí misma problemática en el ámbito filosófico, pero no así en el ámbito científico. Cabe señalar de paso que esta división parte del supuesto de la existencia de un mundo externo independiente de la mente o del sujeto cognoscente, i.e., a su voluntad. Supuesto metafísico que comparten tanto el realismo científico como el empirismo constructivo.

Ahora bien, el énfasis de esta tesis no recaerá sobre la existencia de las entidades postuladas por las teorías, sino más bien sobre el aspecto epistemológico, es decir, dado por sentado que existen tales entidades que escapan a nuestras capacidades sensoriales ¿qué aspectos del mundo inobservable podemos conocer? a la luz de las posturas realistas más sobresalientes e importantes por un lado, y una de las más recientes: el **semi-realismo** propuesto por Anjan Chakravartty, por el otro. Todas éstas contestando a desafíos anti-realistas encabezados por el Empirismo Constructivo defendido por Van Fraassen.

CAPÍTULO II. EL REALISMO CIENTÍFICO

Después de abordar la distinción observable/inobservable en la filosofía de la ciencia y la ciencia en el capítulo anterior espero esté preparado el suelo para abordar en este segundo capítulo la postura que afirma que el conocimiento del aspecto inobservable del mundo es posible: el realismo científico.

En la primera parte del capítulo se expone en qué consiste el realismo científico en general. Aquí mismo se mencionan brevemente el argumento a favor del realismo (el argumento de los no milagros) y los dos argumentos en contra (el argumento de la sub-determinación y la inducción pesimista) dentro del marco de clasificación propuesto por Boyd¹⁷ concerniente a los desafíos que ha sufrido esta doctrina filosófica.

En la segunda parte se presentan los análisis detallados del argumento de los no-milagros y sus críticas anti-realistas, así como un examen del argumento inductivo pesimista y su réplica realista. A partir de estos dos es como surge un tipo de realismo propugnado por Worrall: el realismo estructural. Esta versión del realismo científico será examinada brevemente, mostrando sus subdivisiones posteriores a la propuesta original, así como las críticas que ha habido en torno a esta posición.

II.1 EL REALISMO CIENTÍFICO COMO UNA POSICIÓN DE SENTIDO COMUN Y SUS CORRESPONDIENTES DESAFIOS FILOSÓFICOS.

El realismo científico es la doctrina filosófica que afirma que las teorías científicas describen (con un alto grado de precisión) correctamente la naturaleza de un mundo independiente de la mente.¹⁸

Los defensores del realismo científico sostienen que el producto propio y característico de la investigación científica exitosa es el conocimiento de los fenómenos, independientes en gran parte de las teorías que los describen, y que tal conocimiento es posible aún en aquellos casos en los que los fenómenos relevantes no son observables, en el sentido que se discutió en el capítulo anterior.¹⁹

¹⁷ Boyd, 2007.

¹⁸ Chakravartty, 2007.

¹⁹ Boyd, 2007.

Si sostenemos la tesis realista científica, tenemos entonces que si se consigue un libro de física contemporánea, se tendrán buenas razones para creer que las afirmaciones (las cuales descansan sobre buena evidencia científica recabada por los científicos) que contiene respecto a la existencia de fuerzas, moléculas, átomos, partículas sub-atómicas, etc. son (aproximadamente) verdaderas. Yendo más lejos, si suscribimos la tesis realista científica, entonces se tienen buenas razones para creer que los particulares (entidades, procesos y eventos) postulados por las teorías que encontramos en tal libro existen y tienen las propiedades que la misma teoría les atribuye. Todo lo anterior se logra de una manera independiente a nuestras concepciones teóricas en la física.²⁰

Por otro lado, tenemos que fuera de la filosofía, el realismo científico es usualmente considerado como la concepción de sentido común, según la cual tenemos justificación para creer, de manera literal, en los descubrimientos más seguros de la actividad científica, pero a su vez creer en la posibilidad de que los medios o herramientas a través de los cuales se obtienen tales descubrimientos puedan fallar y que las teorías científicas puedan ser revisadas parcial o totalmente.

Después de definir a grosso modo el realismo científico dentro del contexto de la filosofía de la ciencia es pertinente ver la razón por la cual es una posición filosófica. La razón, según Boyd, es que ha habido una serie de desafíos o retos filosóficos en contra de esta posición.

Aunque esta respuesta parece algo circular y estar formulada en sentido negativo, quiere decir que la razón por la cual el realismo científico es una posición filosófica y no meramente de sentido común, radica en que los filósofos disfrutaban de poner en duda lo que parece obvio o al sentido común mismo.

En este caso, lo obvio o de sentido común es sostener que las teorías tienen éxito empírico porque son verdaderas, aunque queda en duda si realmente cualquier individuo sostendría eso, si se formulase alguna vez la pregunta.

En fin, el realismo científico ha alcanzado grandes dimensiones gracias a la constante puesta en duda de su veracidad por parte de distintos tipos de anti-realismo y por las respuestas que los defensores del realismo científico han brindado a tales cuestionamientos.

²⁰ Boyd, 2007.

Los desafíos que se han erigido en contra del realismo científico, según Boyd, son los siguientes:²¹

- I. El desafío empirista
- II. El desafío neo-kantiano I
- III. El desafío neo-kantiano II
- IV. El desafío posmoderno

El primero tiene que ver con el **argumento empirista básico de la sub-determinación** de las teorías científicas a luz de la evidencia observacional en contra de la idea realista de que la razón por la cual una teoría científica explica exitosamente un determinado conjunto de hechos o fenómenos es porque es verdadera. Este argumento fue presentado originalmente por Duhem, un empirista del siglo XIX y reformulado en varias versiones por otros empiristas como Quine y Van Fraassen, aunque se puede rastrear, según Laudan²², desde el empirismo de Hume.

El segundo surge por las afirmaciones de Hanson²³ y Kuhn²⁴ de que, ya que los métodos científicos (y en especial, la observación) dependen fuertemente de las teorías científicas, no hay progreso científico como el realista científico lo propugna, pues no hay crecimiento en el conocimiento científico ni en el grado de aproximación a la verdad de las teorías, es decir, cualquier teoría científica no es aproximadamente verdadera (no se acerca cada vez a la verdad), mucho menos verdadera en sentido literal. Esta afirmación surge del estudio histórico de la ciencia y de la identificación por parte de Kuhn de “revoluciones científicas” donde se presentan “inconmensurabilidades” del tipo semánticas y metodológicas entre “el paradigma (donde se encuentra una teoría) anterior” y “el paradigma sucesor”.

El tercer desafío es de alguna manera afín al anterior, pero es menos relativista. Está representado por las críticas hechas por “**el realismo internalista**” de Putnam y “**la actitud ontológica natural**” (NOA) de Fine.

²¹ Boyd, 2007.

²² Véase Laudan, 1990.

²³ Hanson, 1958.

²⁴ Kuhn, 1970.

El cuarto y último desafío compete no sólo al realista, sino también al empirista y se erige desde el seno de la literatura reciente de los *estudios sociológicos e históricos de la ciencia*. Se funda sobre la concepción de que la ciencia, el conocimiento, la evidencia y la verdad son construcciones sociales. Esta concepción implica que, en un sentido u otro, debe rechazarse la idea de que las prácticas científicas logran describir el mundo de manera aproximadamente verdadera.

II.1.1 EL DESAFÍO EMPIRISTA.

Este presenta una seria dificultad al realista científico mediante el argumento de la Sub-determinación de la Elección entre teorías por los Datos o la evidencia. A este argumento lo abreviaremos con las siguientes letras capitales: **SED**.

El argumento de la sub-determinación en una de sus múltiples versiones nos lleva a la conclusión de que no hay forma alguna de elegir entre un conjunto de teorías “empíricamente equivalentes” $\{T \rightarrow E, T^* \rightarrow E, T^{**} \rightarrow E\}$ cual es la verdadera, dado que existe la posibilidad de que se puedan construir tantas teorías empíricamente equivalentes a T como queramos simplemente agregando un premisa distinta de manera tal que una teoría T* se distinga ligeramente en algunas proposiciones de T y así sucesivamente. El argumento de la sub-determinación en la forma de la multiplicidad de teorías empíricamente equivalentes puede esquematizarse de la siguiente forma:

Premisa 1. Duhem²⁵ afirmó que una teoría científica T nunca se contrasta por sí sola con un hecho empírico, sino que además de la teoría se supone un conjunto de hipótesis auxiliares que permiten que la teoría científica sea contrastada. Por lo que no es un conjunto reducido de enunciados los que se contrastan, (por ejemplo, las tres leyes de Newton) es decir, la teoría, sino que además de estos enunciados se suponen otros más, previos a éstos y que no son parte de manera explícita de la teoría que estamos sometiendo a prueba. Por lo tanto, lo que se contrasta realmente es la teoría T en conjunción con una serie de proposiciones auxiliares A_1, A_2, \dots, A_n : $T \& (A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$

Premisa 2. T es una teoría que en conjunción con las siguientes proposiciones auxiliares $(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$ explica E. En otras palabras: $T \& \text{Proposiciones auxiliares} \rightarrow E$ o de manera no abreviada, $(T \& A_1, \& A_2, \dots, \& A_n) \rightarrow E$

²⁵ Duhem, 1954.

Premisa 3. Podemos siempre conjuntar una o varias hipótesis auxiliares que no estén contenidas en T o reemplazar algunas que estén contenidas T por unas nuevas y formar una teoría T* tal que también explique E. Es decir, dado T, podemos formular una T* que además de incluir a T con sus respectivas hipótesis auxiliares involucre sus propias proposiciones auxiliares ($A^*_1, A^*_2, A^*_3, \dots, A^*_n$), dando así cabida a un sin fin de combinaciones posibles de intercambiar premisas auxiliares de la teoría T por otras de la teoría T* o simplemente añadiendo una o varias distintas a la teoría T como ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n, A^*_1$). Por lo tanto, quedan las siguientes dos formas:

- i) $T^* \rightarrow E$, en otras palabras, $T \& (A_1 \& A_2 \& A^*_3, \dots, \& A_n) \rightarrow E$
- ii) $T^* \rightarrow E$, en otras palabras, $T \& (A_1 \& A_2 \& A_3, \dots, \& A_n \& A^*_1) \rightarrow E$

Premisa 4. Podemos seguir, inductivamente, el procedimiento anterior ad infinitum y construir tantas alternativas como queramos, llámense, T**, T***, etc. que tengan la característica en común de explicar la evidencia E.

Conclusión. Hay siempre la posibilidad de formular una infinidad de teorías “empíricamente equivalentes” entre sí, de tal manera que, en principio, no podamos determinar cuál es la teoría verdadera. Por lo tanto, desde una postura anti-realista, deberíamos ser escépticos en lo que cada teoría empíricamente equivalente dice al respecto de las entidades inobservables que postulan, pues no importa que entidades postulen, no sabemos si existen o no, dado que cualesquiera que se supongan explicarán la evidencia.

Por otro lado, puede verse el mismo argumento de otra forma distinta. 1) Denomínense dos teorías T y T* empíricamente adecuadas si y sólo si se pueden deducir a partir de ambas exactamente las mismas conclusiones observacionales acerca de fenómenos observacionales.

2) Sea T cualquier teoría que postula fenómenos inobservables, entonces habrá siempre, sin fin, varias teorías que son empíricamente equivalentes a T pero que son distintas de T en alguna forma acerca de lo que dicen de los fenómenos inobservables.

La evidencia a favor de la concepción de los fenómenos observables propuesta por T (“los términos teóricos”) tendría que descartar las concepciones representadas por cada una de las demás teorías empíricamente equivalentes. Sin embargo, dado que T es empíricamente adecuada a cada una de las demás teorías, predicen los mismos resultados experimentales u observacionales.

Por lo tanto, ninguna evidencia podría favorecer una teoría empíricamente equivalente del resto de las demás como para considerarla “la verdadera”. Y de esta manera, por mucho, tendríamos evidencia a favor de todo lo que estas teorías tienen en común –consecuencias acerca de observables- confirmando así que todas son empíricamente adecuadas, pero nunca tendríamos evidencia a favor de lo que una teoría T dice acerca de las entidades inobservables que postula y describe.

Debido a que, por hipótesis, T es cualquier teoría acerca de inobservables, el conocimiento de los fenómenos inobservables es imposible (No hay manera de corroborar que las descripciones de las entidades o fenómenos postulados por diversas teorías que explican fenómenos observables de manera exitosa sean verdaderas o tengan un alto grado de exactitud); la elección entre las distintas teorías competidoras está sub-determinada por toda la evidencia observacional posible. En otras palabras, sólo podemos creer de manera justificada en las consecuencias observacionales de cualquier teoría y abstenernos de creer en lo que cualquier teoría nos diga acerca de las entidades inobservables que haya en el mundo, pues no tenemos manera definitiva de establecer qué ontología propuesta por cualquier teoría es la verdadera.

Hay que resaltar varios puntos importantes en este argumento:

1. Requiere refinarse. De la manera en que se presentó el argumento de la **SED**, falla.

Supóngase que T es alguna teoría científica de tamaño medio, como las leyes de Newton.

Luego, si T* es otra teoría de tamaño medio empíricamente equivalente a T, entonces no hay manera de dictaminar a favor de ninguna de las dos dado que implican la misma evidencia. Esto es falso, ya que como se vio en la premisa 1, los científicos complementan a menudo las teorías con hipótesis auxiliares bien definidas con el fin de deducir hechos observacionales a partir de ellas, tal y como lo hizo notar Duhem²⁶ y Quine²⁷. Por lo tanto, aún si T y T* son empíricamente equivalentes, podría suceder, a diferencia de cómo está establecido en el esquema del argumento, que impliquen predicciones observacionales diferentes (y no la misma) si se les agregan hipótesis auxiliares o se intercambian unas de T por otras de T*. De esta manera podría haber evidencia a favor de alguna de las teorías empíricamente equivalentes.

²⁶ Duhem, 1954.

²⁷ Quine, 1951.

Por otro lado, si consideramos a la totalidad de la ciencia, T, en vez de teorías particulares, el problema de la sub-determinación no se presentaría, ya que la totalidad de la ciencia contendría ya todas las hipótesis auxiliares que pudiesen ser legítimas por su propia luz y no podríamos elaborar una teoría T* que fuera empíricamente equivalente a T. En otras palabras, la posibilidad de formar una teoría empíricamente equivalente a T se elimina, dado que ya no hay hipótesis auxiliares actuales que se puedan agregar a T para dar lugar a una teoría T*.

2. Descansa en (una interpretación particular de) una doctrina extremadamente plausible acerca del conocimiento factual elaborada por Bennett²⁸ y denominada “empirismo del conocimiento”. De acuerdo a esta, no puede haber evidencia que racionalmente dictamine a favor de una ciencia respecto a otras empíricamente equivalentes.

3. Es parte de un programa escéptico selectivo de una “reconstrucción racional” anti-metafísica propuesto por el empirismo lógico. El propósito básico del proyecto del empirismo lógico era brindar una solución al problema de la demarcación. Éste consistía en distinguir la ciencia (lo bueno) de la metafísica (lo malo), apelando a argumentos como el argumento de la sub-determinación. Se podría escoger, en principio, entre varias explicaciones empíricamente equivalentes, simplemente afirmando que los enunciados de las teorías científicas están llenos de significado y son cognoscibles, mientras que las afirmaciones metafísicas, tales como las que tienen que ver con la existencia y las propiedades de los inobservables, no son cognoscibles y carentes de significado. Así entre varias explicaciones posibles de un hecho físico tendríamos que elegir la que fuera “científica” y tirar por la borda la que fuera “metafísica”.

4. El argumento de la sub-determinación abre las puertas para la tesis anti-realista de que las teorías no son verdaderas, ni aproximadamente verdaderas. La cuestión de la verdad o falsedad de una teoría está fuera de las preguntas filosóficas, sostenían los integrantes del círculo de Viena que conformaron el denominado movimiento del empirismo lógico. Por lo tanto, los empiristas lógicos sostuvieron una concepción instrumentalista de las teorías.

Según esta postura, las teorías científicas son instrumentos predictivos, no hay que creer de forma literal en la existencia de las entidades inobservables que postulan, sino limitarnos a creer lo que establecen acerca de lo que podemos observar.

²⁸ Véase Bennett, (1964).

Debido a que los integrantes del empirismo lógico tenían como objetivo reconstruir racionalmente tanto a las teorías como a los métodos científicos, se les presentan dificultades en ambos rubros. La lógica, el método que postularon como el adecuado para llevar a cabo su tarea, resultó ser inadecuado e insuficiente para capturar la naturaleza del conocimiento y de la actividad científica.

En el caso de los métodos científicos, se encontraron con la dificultad de que éstos dependen mucho de la teoría. Esto significa que para conducir cualquier experimento se requiere, en muchos casos, sobre todo en la física, suponer la existencia de particulares (entidades, procesos y/o eventos inobservables) postulados por las teorías y algunas de sus propiedades. La justificación de cualquier técnica o protocolo experimental reside en creer en la existencia de los particulares que una teoría postula como existentes y en algunas de sus propiedades.

El proyecto de la reconstrucción racional emprendido por el empirismo lógico no pudo mostrar que todos o casi todos estos métodos, que sirven como guías para la identificación pudiesen ser reconstruidos de manera que su aplicación no requiera, en ninguna medida, de la suposición del conocimiento sobre particulares inobservables.

II.1.1.1 RESPUESTAS REALISTAS AL DESAFÍO EMPIRISTA.

Las respuestas que dieron los realistas científicos al instrumentalismo y al escepticismo de corte empirista acerca de la posibilidad de conocer algo sobre el mundo inobservable y sólo limitarnos al conocimiento sobre lo observable fueron dos: la extensión de los sentidos mediante aparatos de detección y la rehabilitación de la explicación, suponer que la ciencia busca explicar y que para explicar es necesario suponer la existencia de entidades, eventos y/o procesos inobservables.

a) La ampliación de los sentidos.

La tesis de la extensión de los sentidos consta del reconocimiento de que los sentidos desempeñan un papel epistémico importante debido a que son los únicos medios que tenemos incorporados a nuestros cuerpos para detectar alguna entidad, evento y/o proceso y reconociendo que el rango de éstos es limitado.

Sin embargo, podemos extender el rango de detección de nuestros sentidos empleando instrumentos y procedimientos para detectar y medir fenómenos inobservables. Estos instrumentos y procedimientos requieren de un conocimiento teórico previo para su diseño y

elaboración, pero no por eso quiere decir que creen hechos a placer del científico, sino que realmente conducen a nuevos hallazgos. Una defensa realista científica que sigue estas líneas y las lleva a sus últimas consecuencias fue la desarrollada por Hacking y se denominó Realismo de Entidades²⁹.

b) La rehabilitación de la explicación.

A partir del argumento de la sub-determinación surge la pregunta ¿por qué la teoría T fue elegida o es considerada como la mejor o la más (aproximada a la verdad)? Si el filósofo toma la pregunta como válida y pretende responderla, entonces tendría que suponer que la razón por la cual la teoría fue elegida entre otras es que (de alguna manera u otra) las entidades que postula ésta existen y son descritas correctamente (en un alto grado de exactitud) por ella.

Debido a que el realista privilegia la explicación, entonces pretenderá explicar por qué una teoría ha sido considerada la mejor y lo hará apelando a la noción de verdad aproximada y una teoría de la verdad como correspondencia aplicada a los enunciados en particular, por lo que afirmará que si no hacemos tal cosa se deja sin explicar por qué es que se ha escogido una teoría y no otra de un conjunto de dos o más “empíricamente equivalentes” o competidoras.

La estrategia abductiva para defender el realismo científico.

Esta consiste en considerar al realismo científico como una hipótesis que explica por qué las teorías científicas gozan de éxito predictivo y explicativo; y por qué los métodos científicos están justificados como confiables para evaluar, corroborar o confirmar nuestras teorías científicas.

El argumento abductivo, en una primera aproximación muy general, en defensa del realismo científico es denominado como “el argumento de los no-milagros” y está dado por la siguiente estructura:

Premisa 1 o hecho a explicar. Las teorías científicas son exitosas en la predicción, la manipulación y en la descripción del mundo fenoménico.

²⁹ Véase: Hacking, 1982.

Conclusión o explicación realista: Las teorías científicas son aproximadamente verdaderas. En otras palabras, éstas describen correctamente la naturaleza del mundo fenoménico o de una manera muy próxima a la verdadera.

Conclusión o explicación empirista: Las teorías son empíricamente adecuadas. Es decir, salvan los fenómenos; hay que considerar sus proposiciones como verdaderas sólo dentro del ámbito del aspecto observable del mundo.

Como se puede ver, la hipótesis realista compite con la hipótesis empirista como posibles respuestas a la pregunta que requiere explicación. Uno de los problemas con este tipo de razonamiento tiene que ver con la justificación de las inferencias abductivas por sí mismas.

Si no estamos justificados en emplear este tipo de razonamiento, como señalan muchos filósofos, entonces no tenemos buenas razones para sostener alguna de las posibles respuestas, tanto empirista como realista, a tal pregunta y cualquiera de las dos conclusiones carecerían de justificación.

Por otro lado, si se sostiene que estamos justificados en emplear las inferencias abductivas, entonces surge el problema, parecido al de la sub-determinación, de cómo elegir (cuál es el criterio) entre la hipótesis realista y la empirista.

Algunos críticos realistas sostienen que concluir que la razón por la cual las teorías científicas tienen tanto éxito reside en que son **empíricamente adecuadas** no explica nada y que deja la pregunta acerca del éxito científico sin responder. Por lo que la hipótesis realista, al afirmar que las teorías son aproximadamente verdaderas, se compromete epistémicamente y ontológicamente a las entidades que postulan éstas (en mayor o menor grado).

El realismo y la verdad aproximada.

Una defensa plausible de cualquier tipo de realismo que se denomine científico requiere de una articulación de alguna tesis de la verdad aproximada. El realista científico debe ser capaz de afirmar que, al menos algunas veces, el desarrollo histórico de las teorías científicas refleja un progreso a través de una aproximación sucesiva a la verdad (tanto de lo que dicen acerca de los inobservables como de los observables). El realista científico debe sostener que las mejoras relevantes en el conocimiento científico (el cual es aproximadamente verdadero) se ven reflejadas típicamente en mejoras de las técnicas experimentales.

Existe un argumento anti-realista que pretende socavar la idea de que las teorías son verdaderas o falsas en sentido literal y que debemos ser agnósticos de las entidades que postulan. No hay que creer que las teorías son verdaderas porque describen exactamente el mundo tal y como es, ya que en la historia de la ciencia se ha visto que teorías científicas consideradas como verdaderas han resultado ser falsas con el paso del tiempo y del desarrollo teórico y experimental. Este argumento es llamado “meta-inducción pesimista” y ha sido elaborado explícitamente por Laudan³⁰ (1981). Una manera de presentar el argumento es la siguiente:

Premisa 1. La teoría dinámica de Newton fue por mucho tiempo considerada como verdadera ya que predecía nuevos hechos y explicaba una gran cantidad respecto al movimiento de los cuerpos. Ésta consideraba la existencia de entidades tales como la fuerza, la masa, el espacio, el tiempo, aceleración y daba cierta descripción de todas ellas.

Premisa 2. La teoría de la relatividad especial explica el movimiento de los cuerpos cuando estos se desplazan a velocidades altas muy aproximadas a la velocidad de la luz y predice nuevos acontecimientos en la astronomía (el movimiento de ciertos cuerpos celestes), además de predecir y explicar los mismos hechos que la teoría de Newton. Sin embargo, los términos que emplea esta teoría, aunque parecen ser los mismos que los de la teoría anterior, siguiendo los trabajos de Kuhn, no tienen el mismo significado, se refieren a otras entidades estrictamente hablando, aunque los mismos nombres permanezcan. Cambia la semántica, pero también la ontología.

Premisa 3. Por inducción, puede haber en un futuro no muy lejano otra teoría (en el ámbito del movimiento de los cuerpos y en cualquier otro) que sea distinta de las dos anteriores, que prediga nuevos hechos concernientes al desplazamiento de los cuerpos y que postule entidades distintas.

Conclusión. No deberíamos considerar a ninguna teoría (sin importar su ámbito de aplicación) como verdadera en sentido literal ni creer plenamente que las entidades que postula existen ni que son descritos correctamente en sentido literal.

La primera respuesta realista a este desafío anti-realista es postular la idea de verdad aproximada como una virtud epistémica de las teorías científicas. Sin embargo, postular que

³⁰ Laudan, 1981.

las teorías, en vez de ser tomadas como verdaderas en un sentido literal, deben ser consideradas como aproximadamente verdaderas se enfrenta a la dificultad de que, no importa la teoría científica que elijamos, está puede ser considerada como aproximadamente verdadera en determinados aspectos, dejando de lado su profunda falsedad en otros rubros. Por lo tanto, se requiere una explicación de la verdad como aproximación que pueda determinar criterios para establecer qué teoría es más aproximada a la verdad que otra.

Otra respuesta a este desafío surgido de la meta-inducción pesimista es la que elaboró Worrall en su muy mentado artículo "Structural Realism: the best of both worlds?"³¹. La idea básica de Worrall es que no deberíamos compreternos con la existencia y descripción de las entidades inobservables, pues no es una continuidad ontológica entre teorías la que nos puede brindar la idea de una continuidad progresiva en las teorías, sino una continuidad en las ecuaciones matemáticas entre las diversas teorías científicas. Por lo tanto, se puede afirmar que la continuidad está en a nivel estructural.

La postura que desarrolla Worrall es conocida como "realismo estructural" y será abreviada mediante **SR** por sus siglas en inglés: structural realism. Sin embargo, ya hay un antecedente del realismo estructural en el trabajo de G.Maxwell.

Una primera forma de concebir el realismo estructural, que se encuentra en un trabajo de G.Maxwell³² anterior al de Worrall, tiene que ver con empleo de la oración Ramsey para eliminar los términos teóricos de cualquier teoría científica y traducirlos a términos observacionales. En palabras más precisas, para cualquier teoría bien establecida, T, uno debería aceptar la oración Ramsey que se obtiene de T al reemplazar cada término teórico en T por una nueva variable de predicados existencialmente cuantificadas, donde la cuantificación es entendida como cubriendo las estructuras causales en la naturaleza. Al reemplazar la conjunción de aseveraciones contenidas por una teoría de primer orden por su oración Ramsey se conservan las consecuencias observacionales de la teoría, pero, según Maxwell, se elimina la referencia directa a las entidades inobservables.

La oración Ramsey sólo afirma que hay algunos objetos, propiedades y relaciones que guardan ciertas relaciones lógicas que satisfacen ciertas definiciones implícitas. Es una descripción de

³¹ Worrall. 1989.

³² Maxwell, 1970.

grado mayor, pero que en última instancia enlaza el contenido teórico de una teoría con su comportamiento observable. De esta manera se puede afirmar que obtenemos conocimiento no de la naturaleza de los objetos, sino de las propiedades de las relaciones que guardan entre ellos.

Sin embargo, ha sido muy cuestionado por varios filósofos que se pueda trazar una distinción satisfactoria entre la naturaleza de los objetos y su estructura, pues no parece claro que podamos llegar al conocimiento estructural (de las propiedades de las relaciones que guardan determinados objetos) sin pasar previamente por el conocimiento de la naturaleza de las entidades que conforman una estructura.

1. El desafío Neo-Kantiano I

Según Hanson³³ y Kuhn³⁴ no se puede sostener la tesis realista acerca del crecimiento del conocimiento científico como una aproximación cada vez más cercana a la verdad. La conclusión a la que llega Hanson, por un lado, es que la observación está cargada de teoría en el sentido de que se presuponen entidades y algunas propiedades de éstas antes de montar algún experimento o buscar un objeto o fenómeno en el mundo físico. Kuhn, por su parte, llega a la conclusión de que, a partir de un estudio de la historia del desarrollo del conocimiento científico, específicamente, en la astronomía y la física, los métodos científicos dependen estrechamente de las teorías.

El impacto intelectual de estos trabajos ha sido mayor en el ámbito externo de la filosofía de la ciencia que en la misma filosofía de la ciencia y respalda un anti-realismo postmoderno desarrollado por los estudios históricos y sociales del conocimiento y la práctica científicos. En lo que se refiere al impacto en la filosofía de la ciencia, gracias a este trabajo se ha estimulado el desarrollo de concepciones naturalizadas o causales de la referencia y concepciones esencialistas de las definiciones de los tipos científicos y las propiedades.

Es sorprendente a primera vista que los argumentos acerca de la dependencia teórica de la observación y la medición hayan sido empleados en contra del realismo científico, pues la mayoría de los enfoques realistas en las ciencias hacen énfasis en la dependencia de la teoría por parte de los métodos experimentales.

³³ Hanson, 1958.

³⁴ Kuhn, 1970.

A partir del hecho de que hay “revoluciones científicas” (cambio entre un paradigma y otro), dice Kuhn³⁵, es como se generan varios tipos de inconmensurabilidades. La inconmensurabilidad semántica consiste en que los términos que hallamos en cada teoría paradigmática poseen distinto significado y por lo tanto no puede sostenerse que ambos paradigmas hablen de lo mismo y por ende no hay forma de comparar una con otra. La inconmensurabilidad metodológica consiste en que cada práctica paradigmática establece distintas formas de evaluar las soluciones a problemas dentro de la teoría paradigmática y estos últimos no son los mismos, por lo tanto, no podemos comparar si una o la otra resuelve más problemas o si una o la otra los resuelve de mejor manera. Una tercera posible inconmensurabilidad surge del hecho de que como la observación depende fuertemente de la teoría, entonces los científicos no ven lo mismo bajo una teoría paradigmática y otra, no hay forma de determinar cuál es la “visión” correcta del mundo, pues mientras unos ven y buscan ciertas entidades, otros ven y buscan otras distintas.

Por un lado, a partir del trabajo de Kuhn se ha argumentado que es incorrecto concebir el desarrollo de las prácticas y el conocimiento científicos como una acumulación total de verdades. Por el otro, se pone en juego la idea de que la actividad científica sea una actividad racional. Debido a las inconmensurabilidades señaladas anteriormente, entre una teoría y otra no hubo ningún tipo de continuidad teórica, tal vez quedan los mismos términos, pero no se refieren a lo mismo; tampoco hubo continuidad metodológica, cada teoría tiene y define sus propios métodos; mucho menos hubo continuidad ontológica, cada teoría postula entidades esencialmente distintas. Todo esto conduce a afirmar que las teorías no tienen por qué ser consideradas como verdaderas, sino meramente útiles y que la elección entre una y otra no se hace mediante reglas definidas racionalmente (entendida tradicionalmente), sino apelando a ciertos valores y a una razón prudencial (del tipo práctico).

Debajo de todas estas conclusiones alcanzadas por Kuhn descansa la concepción semántica de la referencia de los términos científicos que muy probablemente se desprenda del trabajo de Carnap³⁶. Según esta concepción de la referencia, el referente de un término se diferencia por una descripción que constituye la definición analítica del término en cuestión. Por lo tanto, la definición de cualquier término científico está dada por las leyes más elementales que

³⁵ Kuhn, 1970.

³⁶ Carnap, 1950.

contiene dicho término. Por ejemplo, el término “masa”, si cambia de significado es porque ha dejado de referirse a la misma cosa (o no se refiere a nada en lo absoluto, posibilidad no discutida por Kuhn) y esto sucede a la vez porque ha habido un cambio en las leyes fundamentales que involucran dicho término.

2. El desafío Neo-kantiano II

Como se vio anteriormente, el realismo estructural puede ser interpretado como un intento por defender el realismo científico y su tesis de que hay un tipo de continuidad a nivel teórico entre teorías sucesivas. De esta manera se puede seguir afirmando la verdad aproximada de tales teorías, mientras que se intenta tener medida en la creencia de las entidades inobservables postuladas por las teorías. Siguiendo esta línea tenemos dos posiciones no-realistas que intentan tomar los hallazgos de la ciencia a valor nominal y evitar una interpretación excesivamente metafísica de tales resultados, a saber: “el realismo internalista” de Putnam³⁷ y “la actitud ontológica natural” (NOA) de Fine³⁸.

El realismo internalista y la NOA comparten los siguientes elementos importantes.

1. “Verdad delgada” Tanto Putnam como Fine aseveran que se pueden aceptar teorías científicas bien establecidas (aún cuando versen de inobservables) como (probablemente) verdaderas, pero sin hacer alusión a la teoría de la verdad como correspondencia, según la cual los enunciados de la teoría corresponden con la realidad. La teoría de verdad que proponen es una que sea deflacionista, que no tenga componentes metafísicos. En el caso de Putnam, defiende explícitamente una *concepción pragmática de la verdad*, según la cual la verdad de las oraciones es cuestión de que éstas sean epistémicamente aceptables al límite de la investigación ideal.
2. Naturalismo desnaturalizado. Las concepciones naturalizadas de la referencia afirman que la referencia de los términos científicos consiste de determinados patrones causales que vinculan el uso de los términos a instanciaciones de sus referentes. Para establecer la referencia, las relaciones de medición y detección juegan un papel central, al menos en los casos paradigmáticos. Putnam sostiene que si la teoría causal

³⁷ Putnam, 1978, 1981, 1983.

³⁸ Fine, 1984, 1985.

de la referencia, y las teorías causales semejantes de detección y medición, son entendidas como teorías científicas, entonces podrían estar bien confirmadas.

Putnam critica el lado metafísico del realismo y denuncia que la composición metafísica del realismo está dada por los dos siguientes compromisos:

1. La referencia es una relación que se da entre las entidades lingüísticas y los tipos naturales completamente “extra-lingüísticos” (y en ese sentido existentes independientemente de la mente). Los tipos naturales están, de alguna forma, fuera de este mundo y disponibles para el descubrimiento y el nombramiento. El conjunto de los tipos naturales es único y está dado por la estructura del mundo por sí mismo de manera independiente a la práctica humana.
2. La relación de referencia entre los términos de los tipos naturales y sus referentes es una cuestión puramente causal, donde la puridad en cuestión es una cuestión del ser definible de la relación de referencia sin reconocer significativamente elementos descriptivos o intenciones humanas.

Después de esto, Putnam hace ver que si se acepta esta imagen del realismo científico, entendido metafísicamente, entonces es natural pensar que lo que hace a la concepción de la verdad relacionada con el realismo, una concepción de correspondencia es que la referencia es vista como una relación entre los términos y tales tipos existentes de forma independiente. Luego, **la concepción realista de la verdad como correspondencia**, así concebida, está sujeta a dos desafíos importantes, según Putnam.

Primero, si pensamos en los tipos naturales como cosas de alguna manera independientes de las prácticas lingüísticas y metodológicas, entonces hay montones de tipos naturales allí afuera, y es difícil ver cómo la concepción causal del ajuste de la referencia podría explicar cómo un término de los tipos naturales podría tener alguna vez un único referente. No hay forma de garantizar la referencia unívoca. Este problema es exacerbado si uno concibe la referencia como algo que es meramente causal, ya que los factores intencionales y descriptivos, que podrían ser concebidos como reduciendo la ambigüedad de la relación de

referencia, son dejados de lado. Tales consideraciones parecen ser la base de los argumentos “modelo teóricos”³⁹ en contra del “realismo metafísico”.

Segundo, la referencia a los tipos naturales se supone que explica los éxitos inductivos de la práctica científica, por lo que debe haber alguna conexión bastante íntima entre los tipos naturales y la maquinaria conceptual de las ciencias. Si uno concibe a las teorías científicas como si los tipos naturales a los que se refieren son independientes de tal maquinaria, es difícil ver cómo la explicación podría funcionar, a menos que descansase en algo así como una teoría idealista objetiva de acuerdo a la cual los tipos naturales son de alguna forma “ajustados” metafísicamente para la explicación y la inducción independientemente de las prácticas relevantes. Tal suposición está profundamente en desacuerdo con el naturalismo filosófico y el materialismo metafísico ordinariamente asociado con el realismo científico.

De estos dos desafíos, el primero ha recibido mucha más atención por parte de los realistas científicos. Ha habido una aceptación generalizada de la visión de que los factores descriptivos y/o intencionales deben figurar en cualquier explicación realista científica de la referencia.⁴⁰

Los realistas han pronunciado muy poco acerca del sentido, si es que hay alguno, en el que el realismo científico está comprometido con la existencia de tipos naturales (etc.) que son independientes de nosotros.

Psillos⁴¹, por ejemplo, discute de manera extensiva problemas con las teorías puramente causales de la referencia, pero considera que es un postulado básico del realismo científico que “el mundo tiene una estructura de tipos naturales independiente de la mente y concreta”.

Boyd⁴² ofrece un enfoque alternativo de acuerdo al que, de manera similar a los términos de los tipos naturales y las prácticas clasificatorias, los tipos naturales por sí mismos deberían ser concebidos como artefactos sociales empleados en alcanzar un ajuste apropiado o acomodo entre las prácticas inductivas y explicativas, y las estructurales causales relevantes.

³⁹ Putnam, 1978, 1981.

⁴⁰ Véase: Boyd, (1999); Kitcher, (1993); Psillos (1999).

⁴¹ Psillos, 1999.

⁴² Boyd, 1999.

3. EL DESAFIO POSTMODERNO

El trabajo más reciente en la disciplina relativamente nueva de los estudios históricos y sociales, por un lado, y de la filosofía feminista, por el otro, ha sido influenciado de alguna manera o acoplado con las concepciones anti-realistas post-modernas.

Según estas concepciones los fenómenos como la ciencia, el conocimiento, la evidencia y la verdad son construcciones sociales. En algún sentido u otro esto implica que se debería rechazar la idea de que las prácticas científicas alcanzan un ajuste representacional aproximado de algún tipo u otro entre el contenido de las teorías científicas y el mundo o la realidad.

Un número considerable de filósofos de la ciencia ha defendido un enfoque realista en contra del relativismo que surge de la concepción postmoderna de la actividad y el conocimiento científicos, a pesar de que no ha habido mucho intercambio de ideas entre realistas y estos enfoques de la manera en que los ha habido con los empiristas lógicos o los neo-kantianos.

Los fundamentos de los nuevos estudios históricos y sociológicos de la ciencia descansan en una crítica de la epistemología tradicional y la concepción de la verdad como correspondencia. Debido a esto hay muy poco diálogo con los estudios filosóficos de la ciencia tradicionales.

Las concepciones postmodernas de la ciencia denuncian que hay una concepción de la objetividad científica históricamente asociada con el empirismo. Sin embargo, tal concepción que denuncian dista mucho de ser la que ha sido sostenida en realidad. De acuerdo a esta concepción de objetividad, establecen los postmodernos, los objetos de estudio de la ciencia son los tipos naturales que: son independientes de las prácticas humanas; son definidos por condiciones de ingreso necesarias, suficientes, eternas, sin cambio, ahistóricas e intrínsecas; se refieren a leyes fundamentales, excepcionales, eternas y ahistóricas; son descubiertas por el empleo de métodos científicos eternos, ahistóricos, políticamente y culturalmente neutros y fundacionistas.

En gran medida, las concepciones postmodernas anti-realistas denuncian que esta noción de objetividad dista mucho de ser la que priva en la práctica científica, lo cual es cierto, pues ningún empirista ha sostenido tal noción de objetividad. Sin embargo, los defensores del anti-realismo postmoderno llegan a la conclusión de que no hay conocimiento objetivo en la ciencia, sino meramente convenciones sociales.

Grosso modo hay tres versiones del constructivismo social, la visión de que la ciencia es la “construcción social de la realidad” en la literatura y en el discurso intelectual.

1. El constructivismo social Neo-kantiano. Esta es la visión de que la adopción de un paradigma científico impone exitosamente una estructura causal cuasi-metafísica sobre los fenómenos que los científicos estudian. Se impone una red conceptual sobre los hechos empíricos que está en el sujeto y no en el mundo sin importar el contexto en el que se encuentra el sujeto o a las influencias externas que pueden afectar tal marco conceptual.

2. El constructivismo social de la ciencia como un proceso social. Esta es la visión de que la producción de los descubrimientos científicos es un proceso social de producción sujeto a los mismos tipos de influencias –culturales, económicas, políticas, sociológicas, etc., --que afectan a cualquier otro proceso social. En otras palabras, la ciencia no se distingue mucho de cualquier otra actividad en el sentido de que no está exenta de influencias externas a ella, pues está inserta en contextos culturales, económicos, etc.

3. El constructivismo social desacreditador. Esta es la posición escéptica, según la cual los hallazgos del trabajo científico están determinados exclusivamente, o en gran medida, no por los hechos, sino por las relaciones del poder social dentro de la comunidad científica y la comunidad más amplia dentro de la cual la investigación es desarrollada.

5. CONSIDERACIÓN FINAL

Antes de pasar a la segunda parte de este capítulo cabe la pena recordar al lector que lo que hasta aquí se ha intentado hacer es mostrar de forma breve la situación actual del realismo científico en general para después pasar a examinar un tipo de realismo científico específico – el realismo científico estructural.

Es también importante hacer notar que la importancia de la tesis realista radica en que brinda la interpretación del sentido común del conocimiento y la actividad científica, sin embargo, no por eso quiere decir que sea ingenua, pues se ha ido refinando a la luz de desarrollos teóricos que no son de sentido común acerca de la naturaleza del conocimiento y la actividad científicas. Es difícil ver que el realismo científico sea abandonado, pero sí es plausible que nuevos ataques anti-realistas surjan en un futuro.

Recuérdese que el argumento a favor del realismo científico es el argumento de los no-milagros que afirma que lo que explica el éxito de una teoría para explicar y predecir

fenómenos es que ésta es verdadera. Por lo tanto, estamos justificados en la creencia acerca de la existencia de las entidades inobservables postuladas por las teorías, así como en las descripciones que se hacen de ellas, es decir, en el conocimiento de los inobservables.

En la reconstrucción del argumento de la subdeterminación por parte del empirismo constructivo se pone en duda la idea de que la verdad de las teorías deba afirmarse para dar cuenta de los éxitos explicativos y predictivos de las distintas teorías científicas. Esto conduce a sostener la imposibilidad de confiar en las entidades postuladas por éstas, así como sus descripciones. Este argumento ha sido neutralizado a partir de casos específicos en la historia de la ciencia.

El argumento de la inducción pesimista pone en duda la idea de continuidad entre teorías sucesivas. Sin continuidad no se puede hablar de progreso. Si ha habido un cambio teórico, no puede decirse que cada una de las teorías sucesivas son verdaderas. Luego se afirma que cada una se aproxima más a la verdad. Pero, no hay retención de elementos entre éstas, y sí lo hay difícilmente se refieren a lo mismo. Por lo tanto, no se debe confiar en los inobservables que postulan las teorías ni en las descripciones que dan de estos, pues seguramente sufrirán cambio o redefinición por lo que seguramente no existan. Así entonces no hay posibilidad de conocer las entidades inobservables.

Estos dos últimos argumentos son el nicho en el que se ha dado pie a la refinación de la postura realista para seguir dando cuenta del éxito explicativo y predictivo de las teorías científicas, el progreso y la posibilidad de conocer el aspecto inobservable del mundo.

Debido al refinamiento que ha sufrido el realismo científico, tenemos ahora distintas versiones de él, tal como el realismo estructural, el cual será abordado en la siguiente sección, de manera profunda y detallada, pues es considerado como la forma de realismo científico más defendible y plausible para dar cuenta del progreso científico y la forma en que debemos interpretar los métodos y el conocimiento científicos.

II.2. EL REALISMO CIENTÍFICO ESTRUCTURAL

Después de haber visto en la sección anterior en qué consiste la doctrina filosófica del realismo científico, volteamos ahora la atención a una forma de realismo que promete mucho y que es considerada como la versión del realismo científico más defendible, tanto por los mismos realistas como por los anti-realistas. En lo subsecuente de esta parte me limitaré en exponer en qué consiste de manera general esta posición, a pesar de que hoy en día hay varias versiones del realismo estructural y mucha literatura sobre éstas.

De manera muy general o resumida podemos concebir al realismo científico como la doctrina filosófica que sostiene dos tesis: una tesis ontológica y otra epistemológica. La primera consiste en que hay un mundo independiente de la mente de los sujetos (esto no excluye la posibilidad o el hecho de que la misma mente pueda ser objeto de estudio o investigación como sucede de hecho en la psicología y que haya discusiones acerca del status ontológico de los procesos o módulos mentales), ya sea tanto sus aspectos observables como inobservables; la segunda radica en la afirmación de que tenemos buenas razones para creer que existen tales aspectos del mundo y que podemos conocer algunos de ellos.

Partiendo de esto, un trabajo colateral de este trabajo es examinar las posibles respuestas a la pregunta ¿qué podemos conocer de los aspectos inobservables del mundo? Según el realismo de entidades, podemos conocer las propiedades causales del mundo inobservable, pues mediante estas es como las manipulamos y podemos estar justificados en creer en su existencia.

Según el realismo teórico a la Psillos⁴³, podemos conocer también aspectos causales, las propiedades de las entidades postuladas de las teorías que hacen posible el éxito explicativo y predictivo de una teoría aceptada. Según el realismo estructural, lo que podemos conocer del ámbito inobservable son las relaciones que guardan las entidades entre sí. Por lo que se duda del posible conocimiento de propiedades intrínsecas de los inobservables, tales como las causales.

Sin embargo, hay críticas a la afirmación de que sólo podamos conocer el aspecto relacional del mundo inobservable, pues conocemos también algunas de sus propiedades, al menos las

⁴³ Psillos, 1999.

disposicionales que hacen que los objetos entren en las relaciones en las que se encuentran.⁴⁴ Estas cuestiones epistemológicas se abordarán al final de mostrar el génesis del realismo estructural y un panorama general de la situación actual de esta postura.

II.2.1. ARGUMENTOS A FAVOR Y EN CONTRA DEL REALISMO CIENTÍFICO A PARTIR DE LOS CUALES SURGE EL REALISMO ESTRUCTURAL

En esta primera sección de la segunda parte se examinan a detalle un par de argumentos mencionados en la primera parte: el argumento de los no milagros y el argumento de inducción pesimista. Aunque ya se mencionaron de manera breve, en lo siguiente se analizan y desglosan con más detalle.

II.2.1.A EL ARGUMENTO DE LOS NO MILAGROS (ANM)

Es ampliamente acordado que el argumento de “los no-milagros” es el más poderoso a favor del realismo científico. Este argumento será abreviado de ahora en adelante como ANM. Es una instanciación de la inferencia a la mejor explicación (IME). Surge de la necesidad de explicar el éxito predictivo y explicativo de la ciencia. Sin embargo, se puede cuestionar tal necesidad y negarla como lo hizo Popper⁴⁵, pues para él no es necesario explicar el éxito, sino sólo esperar que este continuara dándose. Pero hoy en día, se toma en serio, por parte de los realistas, la necesidad de explicar este éxito. En otras palabras, la pregunta ¿por qué las teorías científicas son exitosas? es válida y puede ser respondida mediante la tesis realista, pero no sólo por esta tesis, sino también por varias versiones anti-realistas. Veamos esto a detalle.

I) ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA GENERAL DEL ANM

- **Premisa.** Las teorías científicas son exitosas en la predicción, la manipulación y en la descripción del mundo fenoménico.
- **Conclusión realista:** Las teorías científicas son aproximadamente verdaderas. En otras palabras, éstas describen correctamente aspectos de la naturaleza (observable e inobservable) del mundo de una manera muy cercana a la verdadera.

⁴⁴ Chakravartty, 2007.

⁴⁵ Popper, 1985.

- **Conclusión empirista 1:** Las teorías son *empíricamente adecuadas*. Es decir, *salvan los fenómenos*; hay que considerar sus proposiciones como verdaderas sólo dentro del ámbito del *aspecto observable del mundo* y permanecer agnóstico respecto a las afirmaciones del ámbito inobservable.⁴⁶
- **Conclusión empirista 2:** Las teorías son meras herramientas conceptuales. Es decir, son reglas de cómputo, donde se meten datos y se obtienen resultados matemáticos, pero sólo eso, no podemos establecer si son verdaderas o falsas, pues una herramienta no puede serlo. En resumen, es una pregunta carente de sentido.⁴⁷

II) RECONSTRUCCIÓN DETALLADA Y PARTICULARIZADA DEL ANM

- **Premisa.** La teoría X tiene éxito explicativo y predictivo en el dominio A.
- **Hipótesis anti-realista 0:** Es un milagro o una coincidencia cósmica.
- **Hipótesis anti-realista 1 (instrumentalista):** La teoría X es una buena *herramienta explicativa y predictiva*.
- **Hipótesis anti-realista 2 (adecuación empírica):** La teoría X es *empíricamente adecuada*.
- **Hipótesis realista (veracidad de las teorías):** La teoría X es (*aproximadamente verdadera*).
- **Dado que las tres primeras hipótesis no explican de manera satisfactoria (no son una buena explicación) la premisa o el hecho a explicar, por razones que se exponen a continuación, tenemos la siguiente conclusión.**
- **Conclusión.** La teoría X es (aproximadamente) verdadera. El realismo científico explica “mejor” el éxito científico.

⁴⁶ Tesis del empirismo constructivo de Van Fraassen.

⁴⁷ Tesis del empirismo lógico, encabezada por Carnap.

Una vez desmenuzado, surge la necesidad de que el realista nos explique por qué su hipótesis es la mejor, i.e., ¿por qué explica mejor la hipótesis realista el éxito científico? Veamos caso a caso.

Caso 1. Los realistas afirman que no se deben aceptar los milagros como una explicación genuina, no mientras haya una mejor explicación. En pocas palabras, se considera, en general y de manera razonable, tanto por realistas y anti-realistas, que apelar a los milagros para explicar algo es dejar las cosas sin explicación. Por lo tanto, la exclusión de esta posible respuesta al hecho de que la teoría X tiene éxito predictivo y explicativo ha sido justificada. Un milagro no es una buena razón.

Caso 2. Si concebimos a las teorías como “cajas negras” o meras “herramientas conceptuales”, implica que éstas no podrían ser juzgadas como descripciones correctas o incorrectas del mundo (al menos en algunos aspectos). En otras palabras, no se podría atribuir valor de verdad a las teorías científicas. La verdad y falsedad de las teorías no sería una cuestión relevante ni posible. Si esto último se afirma, no habría razón para esperar que a partir de las teorías científicas se deduzcan conclusiones o afirmaciones novedosas acerca del mundo (inobservable, en su mayor parte); y se dejaría sin explicar el hecho de que estas conclusiones o predicciones novedosas den origen a nuevos fenómenos observables (indirectamente, en su mayor parte) y/o al descubrimiento de nuevas relaciones entre fenómenos. En pocas palabras, si aceptamos la concepción instrumentalista, la idea de descubrimientos científicos debería ser dejada de lado. No es deseable bloquear el arrojamiento de nuevos hechos y nuevas relaciones entre fenómenos novedosos (descubrimientos) por parte de las teorías científicas, por lo tanto la tesis instrumentalista debe ser rechazada. (El realista, en su defensa, afirma que su posición sí da cuenta de esto último).

Caso 3. Si concebimos a las teorías como “empíricamente adecuadas” entonces no estamos justificados en creer en las entidades inobservables que éstas postulan. Si no tenemos buenas razones para creer en éstas, entonces se dejarían sin explicación muchos fenómenos observables y el hecho de que produzcamos nuevos fenómenos observables en el laboratorio. No es deseable dejar mucho de lo que nuestra mejor ciencia describe y predice sin explicar, así como tampoco el hecho por el cual las teorías científicas conducen a nuevos fenómenos (observables indirectamente). Por lo tanto, se debe rechazar esta hipótesis como una buena explicación.

Tanto en el caso 2 como en el 3, el realista sostiene que si aceptamos alguna de las dos hipótesis anti-realistas, aparecen consecuencias indeseables en la concepción de la ciencia (su conocimiento y actividad) y por lo tanto, no son buenas explicaciones. Ambas hipótesis dejan sin explicar lo que la tesis realista sí explica: el éxito científico. Es decir, explican menos.

A partir del análisis anterior surge la siguiente interrogante ¿cuál es el criterio mediante el cual se puede afirmar que una explicación es buena? En una primera aproximación se podría afirmar que una buena explicación es aquella que explica algo más que el hecho a explicar en un inicio. Parece que es a este criterio al que apelan los realistas en general para defender la idea de que la hipótesis realista es la mejor explicación del éxito científico.

El realismo científico explica el éxito explicativo y predictivo científico porque si suponemos que las teorías científicas aceptadas son verdaderas, entonces podemos dar cuenta de por qué las teorías dan origen al descubrimiento de nuevos fenómenos y nuevas relaciones entre los fenómenos ya conocidos. La estrategia realista para defender que la tesis realista de la veracidad (aproximada) de las teorías explica “mejor” el éxito científico consiste en hacer ver que sólo así es que podemos dar cuenta de los descubrimientos y nuevas relaciones entre los ya conocidos.

Ahora bien, todo lo anterior vale si consideramos a las inferencias a la mejor explicación (IME) como válidas. Sin embargo, la validez o justificación de este tipo de inferencias es problemático. Por lo tanto, debido a que el ANM es una instanciación de la IME, toda crítica sobre la validez o justificación de este tipo de inferencias afecta también al ANM. Veamos algunas de las objeciones a la IME.

Objeción 1. Debe haber un criterio mediante el cual se pueda elegir entre varias posibles hipótesis como las que potencialmente puedan explicar el hecho a explicar. No todas las hipótesis son relevantes en un caso dado y desde antes de ser evaluadas son descartadas. Van Fraassen⁴⁸ apunta a que la elección depende del contexto en el que surge la necesidad de una explicación.

Por ejemplo, si se busca explicar a unos padres por qué un niño tiene una determinada deformación congénita, las posibles respuestas deberían estar formuladas en términos médicos o biológicos, según el ámbito, ya sea que se haga una historia clínica o se pretenda

⁴⁸ Van Fraassen, 1980.

dar cuenta de todas las deformaciones congénitas en términos de transferencia de información genética. Por otro lado, carecerían de importancia intentos de explicación que sean de campos como la física o la química, pues no se busca saber qué proceso físico o químico es el responsable para dar cuenta a un par de padres que han acudido a consulta médica.

Objeción 2. Se requiere aclarar qué es una “buena” explicación o una explicación “genuina”. Es decir, se requiere un criterio para determinar cuándo estamos frente a una buena explicación o una explicación genuina. ¿Es suficiente decir que una explicación buena o genuina es aquella que explica más cosas además de lo que queremos explicar en un principio?

Por ejemplo, las leyes de Kepler explicaban ciertos comportamientos en las trayectorias de los planetas. Sin embargo, no explicaban por qué tales leyes son así y posteriormente con la postulación de Newton de las tres leyes del movimiento se consideró que la genuina o buena explicación del comportamiento de las trayectorias de los planetas no estaba dada por las leyes de Kepler, sino por las tres leyes de Newton y la ley de la gravitación universal, ya que estas últimas explican algo más que lo que las leyes de Kepler ya describían de manera cuantitativa, explican también por qué los proyectiles siguen trayectorias parabólicas y porqué los cuerpos en caída libre caen con una aceleración igual sin importar la cantidad de masa del cuerpo.

Objeción 3. El hecho de que consideremos una explicación como buena no implica que sea verdadera. Aún así podemos estar equivocados. Ahora bien ¿se puede afirmar que una explicación genuina es aquella que es verdadera? No, si por genuina entendemos válida o plausible. Pero si entendemos por explicación genuina la verdadera, entonces sí hay una identificación, pues marca un contraste entre lo auténtico y lo falso.

Objeción 4. La IME carece de justificación o no es válida ya que de la premisa no se sigue la conclusión, es decir, no se puede justificar deductivamente. Sin embargo, es confiable, afirman sus defensores y es empleada ampliamente en el trabajo científico. Pero aún así, hay quienes consideran que la confiabilidad no es un criterio de justificación aceptable. Depende de qué teoría de la justificación supongamos para que reglas de inferencia tal como la IME o la inducción estén justificadas. No porque no se puedan justificar reglas inferenciales tales como la IME o la inducción mediante la deducción, quiere decir que estas carezcan de justificación

alguna. Pues sólo refleja el hecho de hay tres tipos de inferencias que son bastante distintas entre sí y varias posibilidades de justificarlas y cada una presenta dificultades por sí mismas.

Como se puede observar, la cuestión por sí misma está lejos de estar resuelta de manera definitiva. El problema de la justificación de la IME o su validez es un tema que sale de los límites esbozados para el presente trabajo, por lo tanto se deja hasta aquí la cuestión y nos movemos al segundo argumento que presenta serias dificultades al ANM: el argumento de la inducción pesimista.

II.2.1.B EL ARGUMENTO DE LA META-INDUCCIÓN PESIMISTA

De ahora en adelante será abreviado por (AIP). Es considerado a menudo como una razón a favor del escepticismo en las entidades inobservables que postulan las teorías. Es un argumento escéptico. De una premisa (aparentemente, sin reflexionar mucho sobre ella) verdadera nos lleva a una conclusión indeseable. La premisa empírica de la que parte se encuentra en la historia misma de la ciencia: la cantidad considerable de teorías que alguna vez fueron consideradas como verdaderas y que ahora son estrictamente falsas. Si esto es así, entonces ¿cuál de todas nos dice qué cosas subyacen en el mundo o cuál es la descripción correcta del mundo? Parecería ser que ninguna. Por muy buena que nos parezca una teoría no deberíamos comprometernos con la existencia de las entidades que postula.

I) ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA GENERAL DEL AIP.

- Considérese la historia de las teorías científicas en un dominio particular cualquiera.
- **Premisa 1.** Desde la perspectiva del presente, la mayoría de las teorías pasadas son consideradas falsas, hablando estrictamente.
- **Premisa 2.** Hay evidencia de discontinuidad ontológica severa con el paso del tiempo en cuanto a las entidades y procesos postulados y descritos por las teorías que ahora son falsas. A partir de esta evidencia se puede elaborar un catálogo de términos teóricos que quedan sin referente alguno o cuyo referente ha cambiado, mostrando así una inestabilidad en las entidades, procesos y eventos a los que las teorías se refieren.

- **Conclusión:** Por Inducción, basada en estos casos pasados, es muy probable que las teorías (aceptadas o consideradas como verdaderas) de hoy en día resulten ser falsas y sean reconocidas como tales en un futuro.

II) RECONSTRUCCIÓN DETALLADA Y PARTICULARIZADA DEL AIP.

- **Premisa 1.** La teoría dinámica de Newton fue por mucho tiempo considerada como verdadera ya que predecía nuevos hechos y explicaba una gran cantidad respecto al movimiento de los cuerpos. Ésta postulaba la existencia de entidades tales como la fuerza, la masa, el espacio, el tiempo, aceleración y daba cierta descripción de todas ellas.
- **Premisa 2.** La teoría de la relatividad general explica el movimiento de los cuerpos cuando estos se desplazan a velocidades muy altas y cercanas a la velocidad de la luz y predice nuevos acontecimientos en la astronomía (el movimiento de ciertos cuerpos celestes, tal como el corrimiento del perihelio de mercurio), además de predecir y explicar los mismos hechos que la teoría de Newton. Sin embargo, los términos que emplea esta teoría, aunque parecen ser los mismos que los de la teoría anterior, siguiendo los trabajos de Kuhn, no tienen el mismo significado, se refieren a otras entidades estrictamente hablando, aunque los mismos nombres permanezcan.
- **Premisa 3.** Por inducción, puede haber en un futuro no muy lejano otra teoría (en el ámbito del movimiento de los cuerpos y en cualquier otro) que sea distinta de las dos anteriores, que prediga nuevos hechos concernientes al desplazamiento de los cuerpos y que las entidades postuladas sean distintas.
- **Conclusión pesimista.** No deberíamos considerar a ninguna teoría (sea cualquiera ámbito dado) como verdadera en sentido literal ni creer plenamente que las entidades que postula existen ni que son descritos correctamente en sentido literal.
- **Conclusión optimista.** Si hay continuidad entre ambas teorías y los términos teóricos hacen referencia, en última instancia, de alguna u otra manera a las mismas causas y mientras que la teoría de Newton es aproximada a la verdad, la de Einstein se aproxima más a la verdadera naturaleza del mundo. Esta conclusión es la que intenta

el realista defender, ya sea en términos tradicionales o teóricos (Psillos)⁴⁹ o en términos estructurales (Worrall)⁵⁰.

III) INTENTOS POR SUPERAR EL AIP

Los realistas están de acuerdo en que deben mostrar que la conclusión del AIP no puede sostenerse, si mostramos que alguna de sus premisas es falsa. Sin embargo, difieren en sus estrategias para mostrar que, principalmente, y en contraposición al AIP, si hay una continuidad entre teorías, a pesar de que la antecesora sea considerada falsa en sentido estricto respecto a la sucesora.

La primera estrategia fue desarrollada por Kitcher⁵¹, quien intentó desarrollar una teoría de la referencia que permitiera discernir entre los elementos teóricos que tienen referencia de los que no lo tienen, dada una teoría científica cualquiera.

La segunda estrategia fue la desarrollada por Psillos⁵². Según él, el realista necesita mostrar que las teorías científicas, a pesar de ser falsas en sentido estricto, han sido aproximadamente verdaderas. Su manera de probar esto es discernir entre los términos teóricos que son indispensables para el éxito predictivo de una teoría. Sólo estos son los que permanecen y son trasladados de teoría a teoría. Es en esta permanencia y traslado de términos teóricos donde reside la continuidad.

Una tercera estrategia es la que fue llevada a cabo por Worrall⁵³. Según él, hay casos, como el de la transición de la teoría de la luz del éter sólido elástico de Fresnel a la teoría de la luz del campo electromagnético de Maxwell en el siglo XIX, donde se puede mostrar que hay un tipo de continuidad: una continuidad que no se reduce a la cuestión de acarrear el contenido empírico exitoso de una a otra teoría, sino una continuidad que consiste en el acarreo de las ecuaciones de otra. La continuidad, afirma Worrall, está a nivel estructural y no teórico o de contenido.

⁴⁹ Psillos, 1996.

⁵⁰ Worrall, 1989.

⁵¹ Kitcher, 1993.

⁵² Psillos, 1996.

⁵³ Worrall, 1982.

Según el realismo estructural a la Worrall, no se debería aceptar el realismo científico estándar, pero tampoco se debería dar una interpretación anti-realista de la actividad y el conocimiento científicos. En vez de sostener la tesis realista estándar de que nuestras mejores teorías describen correctamente la naturaleza de las entidades inobservables que causan los fenómenos observables, sugiere el realista estructural a la Worrall, que deberíamos ser agnósticos sobre las propiedades que la teoría le atribuye a las entidades inobservables que postula y sólo comprometernos epistémicamente al contenido matemático o estructural de las mejores teorías.

Según Worrall, es a partir del hecho de que hay una retención de las ecuaciones de la teoría de la luz de Fresnel a las de la teoría de Maxwell, es decir, retención en la forma o estructura en vez de contenido teórico, que el realista estructural evita la conclusión de la meta-inducción pesimista y al mismo tiempo se le permite seguir creyendo justificadamente que nuestras teorías son en cierto grado verdaderas y así explicar el éxito de la ciencia.

II.2.1.C EL ARGUMENTO DE LA SUB-DETERMINACIÓN

Este argumento fue esbozado a detalle en la sección primera del presente capítulo. Recuérdese que también este argumento motiva al escepticismo acerca de la verdad de las teorías y acerca de la existencia de las entidades inobservables que estas postulan. Ha sido muy trabajado y se ha llegado a la conclusión de que, aunque es una posibilidad lógica que varias teorías impliquen un hecho cualquiera, no quiere decir que de hecho se haya presentado alguna vez o pueda presentarse el caso, pues las teorías competidoras genuinas tienen determinadas características y nunca sea mostrado como razonable modificar una tantas veces sea posible con el fin de implicar un hecho que otra sí explique. Según Laudan⁵⁴, los científicos siempre se las arreglan para establecer criterios mediante los cuales se pueda determinar, primero cuáles son las teorías competidoras genuinas y, segundo, cuál de dos teorías se aceptará o se elegirá como la (aproximadamente) verdadera.

Por estas razones, es que el mayor peso se le da al argumento inductivo pesimista, pues éste si está basado en algo que sucede en la ciencia: el cambio teórico. Es suficiente mostrar en este trabajo, dado los objetivos que se persiguen, en qué consisten el ANM y el AIP, ya que a partir

⁵⁴ Laudan, 1990.

de una defensa realista del ANM y una crítica del AIP es como surge la posición estructuralista de Worrall.

II.2.2 EL INTENTO POR SUPERAR EL AIP MEDIANTE EL REALISMO ESTRUCTURAL

A partir del par de desafíos puesto por los empiristas, surge en 1989 el realismo estructural. Cabe recordar que el primero consiste en la tesis de que hay otra hipótesis para explicar el éxito de la ciencia, a saber: la tesis empirista de que las teorías son empíricamente adecuadas y por lo tanto deberíamos abandonar el compromiso con la existencia de entidades inobservables postuladas por ellas y el compromiso de que tenemos conocimiento de ellas. El segundo tiene que ver con que por inducción las teorías actuales, sin importar el grado de éxito tengan, serán consideradas falsas y tampoco tenemos buenas razones para creer en la existencia de las entidades inobservables que postula una teoría ni estamos justificados en el conocimiento que pudiésemos tener de ellas.

El realismo estructural fue introducido por John Worrall como una manera de responder satisfactoriamente a la meta-inducción pesimista, pero sin dejar de afirmar que la tesis realista es la que mejor explica el éxito científico, es decir, sin renunciar a la concepción de las teorías como aproximadamente verdaderas. La tesis principal del realismo estructural a la Worrall es que, dentro del caso de la transición llevada a cabo en el siglo XIX desde la teoría de la luz del éter sólido elástico de Fresnel como medio de transmisión de la luz hasta la teoría de la luz del campo electromagnético por Maxwell, hubo un importante elemento de continuidad que no se reduce a la cuestión de acarrear el contenido empírico exitoso de una a otra teoría, sino que consiste en el acarreo de las ecuaciones matemáticas de una a otra. De esta manera se afirma que la continuidad entre estas dos teorías no es a nivel teórico o de contenido, sino a nivel ***formal o estructural***.

Según el realismo estructural a la Worrall, no se debería aceptar el realismo científico estándar, pero tampoco se debería dar una interpretación anti-realista de la actividad y el conocimiento científicos. En vez de sostener la tesis realista estándar de que nuestras mejores teorías describen correctamente la naturaleza de las entidades inobservables que causan los fenómenos observables, sugiere el realista estructural a la Worrall, un realista debería ser agnóstico sobre las propiedades que la teoría le atribuye a las entidades inobservables que postula y sólo debería comprometerse epistémicamente al contenido matemático o

estructural de las mejores teorías, sin afirmar de manera radical que este compromiso se deba a que lo único que habita el mundo son estructuras en última instancia.

Según Worrall, es a partir del hecho de que hay una retención de las ecuaciones de la teoría de la luz de Fresnel a las de la teoría de Maxwell, es decir, retención en la forma o estructura en vez de retención de contenido teórico, que el realista estructural evita la conclusión de la meta-inducción pesimista y al mismo tiempo nos permite seguir creyendo justificadamente que nuestras teorías son en cierto grado verdaderas y, por consiguiente, explicar el éxito de la ciencia.

Hoy en día, gracias a los trabajos de Ladyman⁵⁵ se distinguen dos tipos de realismos estructurales, a saber: el realismo estructural epistémico y el óntico u ontológico. El primero establece una restricción epistémica: creer sólo en las propiedades relacionales de las entidades y nada acerca de sus propiedades intrínsecas. El segundo establece que lo único que hay en el mundo son relaciones y que sólo eso es lo que podemos conocer. La mayoría de los defensores del segundo tipo de realismo estructural son físicos que intentan desarrollar una ontología que se ajuste a los hallazgos de la física cuántica contemporánea, pues aquí hallamos dificultades para hablar acerca de la identidad y la individualidad de las partículas.

Además de estos dos tipos de estructuralismos realistas, hay un sin número de estructuralismos. Por mencionar algunos, tenemos al estructuralismo causal respecto a la individuación de las propiedades, el estructuralismo matemático respecto a la naturaleza de los objetos matemáticos y el estructuralismo concerniente a las leyes y las disposiciones.

II.2.3. EL REALISMO ESTRUCTURAL EPISTÉMICO (REE)

Esta subdivisión del realismo estructural se caracteriza como la visión de que las teorías científicas nos dicen algo acerca de la forma o estructura del mundo inobservable y nada acerca de su naturaleza. Si se analiza a detalle, no pronuncia nada sobre si la naturaleza del mundo inobservable deba ser considerada como imposible de conocer por alguna misteriosa razón o si no hay tal naturaleza en lo absoluto. Debido a esta ambigüedad en la posición estructural original de Worrall es que Ladyman examinó si el realismo estructural debería ser entendido como una mera restricción epistémica o como una modificación ontológica del realismo científico estándar.

⁵⁵ Ladyman, 1998.

Si tomamos como la tesis principal del realismo estructural la que nos compele a creer sólo lo que las teorías nos dicen sobre las relaciones que guardan los objetos inobservables y suspender el juicio acerca de la naturaleza de éstos, entonces estamos en el ámbito del realismo estructural epistemológico. Hay distintas maneras en las que podemos concebir el realismo estructural epistemológico respecto a las entidades postuladas por las teorías y sus propiedades.

La primera consiste en sostener que no podemos conocer a los individuos que instancian la estructura del mundo pero podemos conocer sus propiedades y sus relaciones en general. La segunda afirma que no podemos conocer los individuos o sus propiedades intrínsecas/no-relacionales pero podemos conocer únicamente sus propiedades de primer orden. La tercera consiste en afirmar que no podemos conocer a los individuos, sus propiedades de primer orden o relaciones, pero podemos conocer la estructura de segundo orden de sus propiedades relacionales (Russell⁵⁶ y Carnap⁵⁷ sostienen esto y afirman también que la ciencia sólo versa sobre las propiedades meramente lógicas del mundo)-

Hay dos formas de llegar a la tesis epistemológica del realismo estructural, según Psillos⁵⁸. La primera (denominada “ruta ascendente”) consiste en tomar como verdaderos los principios empiristas y concluir que sólo podemos conocer la estructura del mundo externo. La segunda consiste en dar como sentado el realismo científico estándar y debilitar sus tesis o pretensiones epistemológicas.

Es común encontrar que la mayoría de los defensores del ESR sostienen la tesis de que es necesario presuponer la existencia de objetos individuales y sus propiedades para poder hablar después de estructuras o relaciones entre estos individuos y sus propiedades. Algunos otros, como Chakravartty y Mauro Donato, sostienen que el realismo estructural debe suponer al realismo de entidades en su seno.

⁵⁶ Russell, 1927.

⁵⁷ Carnap, 1928.

⁵⁸ Psillos, 2001.

II.2.3.1 EL REE Y EL NEO-KANTIANISMO

Es común encontrar una interpretación kantiana del realismo estructural epistémico a partir de las afirmaciones de Poincaré⁵⁹ de que no hay manera de conocer las entidades inobservables y, por ende éstas deberían ser consideradas las “cosas en sí” de las que Kant tanto habla. Los fenómenos sólo nos permiten acceder a las propiedades relacionales de las cosas, i.e., las propiedades que permiten que entren en determinadas relaciones unas con otras.

Sin embargo, esto no excluye la posibilidad de tener algún tipo de conocimiento (el indirecto) de ellas. En otra sección del presente trabajo se verá cómo Poincaré⁶⁰ concibe al espacio (una entidad inobservable) y el tipo de conocimiento que podemos obtener de él a partir de la geometría (una teoría científica). Cabe señalar que Worrall de manera explícita no defiende alguna interpretación kantiana de su posición realista. Sin embargo, hay autores como Zahar⁶¹ que defienden una forma del idealismo trascendental de Kant según el cual la ciencia nunca puede decirnos cómo son las naturalezas y las propiedades de “las cosas en sí”, sino meramente su estructura.

II.2.3.2 EL REE Y LA ORACIÓN RAMSEY

Una primera forma de concebir el realismo estructural, que se encuentra en un trabajo de G. Maxwell⁶² anterior al de Worrall, tiene que ver con empleo de la oración Ramsey para eliminar los términos teóricos de cualquier teoría científica y traducirlos a términos observacionales.

Al reemplazar la conjunción de enunciados teóricos de primer orden por su oración Ramsey se conservan las consecuencias observacionales de la teoría, pero, según Maxwell, también se elimina la referencia directa a las entidades inobservables.

Desde la perspectiva estructuralista, la oración Ramsey que resulta de reemplazar cada término teórico de una Teoría por una variable de predicados existencialmente cuantificada,

⁵⁹ Poincaré, 1952.

⁶⁰ Idem.

⁶¹ Zahar, 2001.

⁶² Maxwell, 1970.

es concebida como una oración que nos describe no la naturaleza de los objetos, sino las propiedades de las relaciones que guardan entre los objetos entre sí.

II.2.3.3 CRÍTICAS DE PSILLOS AL REE

En esta breve sección se muestran algunas de las objeciones que Psillos⁶³ hace al realismo estructural a la Worrall.

Psillos señala que es dudosa que la estructura de una entidad o proceso sea capturada por las ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento de esa entidad o proceso y que la naturaleza de tal entidad o proceso subyazca a lo que puede ser descrito cuantitativamente.

Por otra parte, critica la continuidad entre la teoría de Fresnel y la Maxwell en el sentido estructural, ya que no tienen el mismo contenido, a pesar de que las ecuaciones matemáticas de varias leyes hayan permanecido sin cambios. En otras palabras, la continuidad no puede residir sólo en la transferencia de ecuaciones de una teoría a otra, sino en el contenido teórico que tienen.

Para Psillos, es trivial afirmar que se han retenido ecuaciones matemáticas en una sucesión de teorías, ya sea de manera completa o como casos-límite bien definidos, y concluir que debido a eso hay continuidad. La continuidad para Psillos debe ser probada a nivel teórico (de contenido) y no meramente a nivel matemático (formal).

Según él, el realista debe mostrar que hay términos indispensables para la interpretación de las ecuaciones matemáticas que encontramos en las teorías y que éstos son transferidos de alguna manera una a otra para así asegurar la continuidad. (Cabe señalar que esta idea es retomada por Chakravartty para la elaboración de su postura semi-realista).

Esto parte de la idea de que el conocimiento de las relaciones (aspecto formal) no puede ser separado del conocimiento de las propiedades (aspecto teórico), ya que las ecuaciones matemáticas no dicen nada por sí solas, sino mediante una interpretación teórica es como les damos contenido y así obtenemos a partir del conocimiento de ciertas propiedades conocimiento de las relaciones que guardan las entidades con otras.

⁶³ Psillos (1995).

Sin embargo, habría que explorar el caso inverso, es decir, que a partir de las relaciones que guardan ciertas entidades podamos deducir ciertas propiedades que hacen que entren en tales relaciones. Hasta ahora Psillos y otros consideran que primero obtenemos conocimiento de propiedades y luego de relaciones y que estos dos van de la mano y hay una continuidad entre conocimiento observacional, teórico y formal.

II.2.4. REALISMO ESTRUCTURAL ONTOLÓGICO

Es una versión más reciente del realismo estructural en general. Surge del trabajo de Ladyman acerca de la ambigüedad de la posición estructuralista de Worrall en cuanto a si debemos sólo reducir nuestras pretensiones de conocimiento a las relaciones que guardan las entidades inobservables o si más bien sólo hay relaciones en última instancia y por tal razón sólo obtenemos conocimiento de ellas.

De ahora en adelante abreviaré esta versión como REO. Su tesis ontológica reside en que lo único que hay en el mundo son estructuras, un conjunto de relaciones que guardan cierto tipo de entidades entre sí. Esta versión afirma que a partir de esta tesis es que sólo podemos obtener conocimiento acerca de estructuras y no de la naturaleza de los objetos particulares, porque no hay más naturaleza que la que está dada por las relaciones que guardan entre sí los objetos y cada objeto es, examinado más de cerca, una estructura en última instancia.

La motivación del realismo estructural óntico es diferente al epistémico. Esta postura no surge de la defensa del ANM o de la crítica al AIP, sino de los hallazgos de la mecánica cuántica. Los defensores del REO no son filósofos preocupados la tesis epistemológica del realismo científico, sino que su preocupación radica en qué debemos entender por objeto en virtud de los resultados experimentales en la mecánica cuántica (MQ).

La MQ parece sub-determinar la identidad o individualidad de las partículas, por lo que la pregunta acerca de su naturaleza queda sin responder en términos ontológicos tradicionales. Debido a que no hay manera de discernir entre uno y otro electrón, parecería ser necesario desechar la noción de objeto en sentido tradicional y hablar de estructuras, según los defensores del REO.

En otras palabras, los defensores del REO sugieren que las partículas de la MQ no deberían ser considerados como objetos en sentido tradicional debido a que no se puede aplicar el PII (principio de identidad de los indiscernibles). Una implicación de no poder aplicar PII sería que

no hay objetos, pues no hay manera de distinguirlos. Si no son distintos, es decir, no se enlistan un conjunto de propiedades distintas para cada uno, entonces son el mismo. Pero esto, de ninguna manera implicaría, parece ser, que no existan.

En general, los objetos cuánticos parecen violar aún las versiones débiles del PII, pues las funciones de estado en la MQ que describen ensambles de partículas atribuyen a ellos todo de las mismas propiedades intrínsecas y relacionales.

Los defensores más importantes del REO son Ladyman y French⁶⁴. Éstos afirman que el mero hecho de la sub-determinación de las partículas cuánticas echa por la borda cualquier tipo de realismo que afirme la existencia de objetos, pues su status ontológico se convierte en ambiguo. Por lo tanto, los defensores del REO sugieren considerar a las estructuras como primitivas ontológicas subsistentes por sí mismas.

Sin embargo, decir que hay estructuras en vez de objetos, parece meramente una forma de hablar. En vez de hablar del objeto tal, diríamos la estructura tal. Pero una pregunta surge ¿no son ambas cosas entidades en general? Es decir, tendríamos que aceptar que las dos podrían subsistir en paz y tal vez preguntarnos cuál es primero, si el objeto o la estructura. La tesis más común es decir que los objetos son primero y luego las relaciones entre ellos. Habría, a mi parecer, que analizar no sólo la relación objeto-estructura, sino también la relación entidad-objeto-estructura, pues ¿no parece ser que objetos y estructuras serían un tipo de entidades que hay en el mundo? ¿por qué eliminar una y no mejor dejar ambas? Al fin y al cabo qué tipo de entidad es la que subyace a todo lo demás nunca ha parecido estar determinado de manera tajante.

II.2.4.1 CRÍTICAS DE CHAKRAVARTTY AL REO

Unas de las principales críticas que se erigen en contra de la posición ontológica del realismo estructural han sido desarrolladas por Chakravartty⁶⁵. El defiende la posición ontológica tradicional de que hay objetos y que son necesarios para postular estructuras.

Según Chakravartty⁶⁶ el REO no da buenas razones aún por las cuales debamos considerar a los objetos como meros postulados heurísticos útiles y de esta manera prescindir de ellos para

⁶⁴ French, S., Ladyman, 2003.

⁶⁵ Chakravartty, 2002.

alcanzar un conocimiento de los aspectos estructurales de la realidad. Por otra parte, no se puede prescindir de los objetos para hallar propiedades de las relaciones que guardan entre sí. Sólo a través de ellos es como inferimos relaciones entre ellos y determinamos qué propiedades son intrínsecas a ellos.

Otra objeción al REO es la falta de consenso existente entre sus defensores acerca de qué se debe entender por estructura en sentido formal. Si no tenemos claro qué es una estructura, ¿cómo podemos dar criterios para saber cuándo estamos frente a una?

Chakravartty sostiene que estamos inmersos en un marco ontológico de objetos, es decir, suponemos de manera común, que hay objetos y que los sabemos distinguir. Ahora bien, un marco ontológico de estructuras, como el que propone el REO, no parece ser necesario de adoptarse, pues en la plática convencional nos referimos a objetos de manera satisfactoria. En otras palabras, los defensores del REO no han mostrado por qué sea mejor o conveniente dejar el marco ontológico tradicional de objetos y adoptar el marco ontológico de estructuras.

La concepción tradicional de objetos como depositarios de propiedades no entra en conflicto con la incapacidad actual de discernir entre varias partículas elementales. Tal vez sólo es una dificultad momentánea y no una de fondo para desechar los objetos en su totalidad y adoptar las estructuras como lo que hay en el mundo en última instancia.

El REO sugiere un cambio de marco ontológico. Sin embargo, Chakravartty establece que tal cambio no está fundamentado en una razón convincente, a pesar de los casos provenientes de la mecánica cuántica, por la cual debemos rechazar el anterior y tradicional marco de objetos. Por otro lado, no se ha mostrado por parte de los defensores del REO que al adoptar este marco se puedan explicar más cosas que las que hasta ahora se explican a través del marco tradicional de objetos. Por último, señala Chakravartty, no se ha mostrado satisfactoriamente que el marco ontológico de estructuras incorpore menos nociones primitivas que el marco tradicional de objetos, pues sólo hay un reemplazo simple: cambiar objetos por estructuras, por lo que parece meramente no una cuestión de fondo, sino una cuestión de forma de hablar.

Chakravartty encuentra contradictorio pedir que se crea en la existencia de relaciones en conjunto y que al mismo tiempo no se crea en la existencia de los objetos relacionados. Otra manera de decirlo es, ¿cómo renunciamos a la existencia de objetos, si estos son los que hacen

⁶⁶ Idem.

posible que la relación se de? Esto apunta al hecho, defendido por varios, de que la relación depende del relata. Las relaciones no se dan así por así, requieren de objetos. A partir de esto, de manera resumida, Chakravartty sostiene que los objetos desempeñan un papel importante, constitutivo y explicativo en la noción de estructura.

Otra objeción que el autor en cuestión presenta contra el REO es que sin objetos no se puede explicar el cambio, pues son los objetos los depositarios de las propiedades (por ejemplo, las causales) y es por esta razón que los eventos suceden. Los objetos son importantes para dar explicación del cambio. Por ejemplo, para la siguiente pregunta: ¿por qué sucedió que se rompió el cristal de la ventana? La respuesta bien podría ser, apelando a objetos y sus propiedades primarias tales como la masa en virtud de la cual pueden ser acelerados, que se rompió porque una pelota de beisbol lo golpeó.

El hecho de que se presentan propiedades pegadas una a la otra (en paquete) y no de manera disgregada se explica por la existencia de objetos particulares. En los objetos es donde un conjunto de propiedades coheren, sino fuese así, entonces diríamos que es una mera coincidencia que las propiedades se presenten en conjunto, acompañadas una de otra.

De la misma manera que no hay criterios bien definidos de identidad e individualidad para los objetos, tampoco lo hay para las estructuras. Preguntas tales como ¿es esta estructura la misma que la otra? Y ¿es esto una estructura? No parecen tener respuesta clara, de la misma manera que no la tienen las mismas respecto a objetos, a partir de los casos de la mecánica cuántica. En resumen, asevera Chakravartty, la individualidad de una estructura está sub-determinada por la física, de la misma manera que lo está la individualidad de los objetos. El marco ontológico de estructuras no se escapa de este problema. Problema que, según los defensores del REO, da pie a proponer y adoptar un marco de estructuras. Las preguntas acerca de la individualidad de ciertas entidades han surgido anteriormente cuando se realiza investigación empírica acerca de ellas.

II.2.5 CONSIDERACIÓN FINAL

En esta segunda sección se ha abordado la posición realista estructural y sus dos versiones: la ontológica y la epistemológica. Esto con el fin de preparar el camino para la exposición de una versión nueva de realismo científico estructural que dista bastante de las afirmaciones principales de las posiciones estructurales aquí examinadas –el semi-realismo.

Recapitemos ahora lo expuesto en esta sección tenemos con el fin de resaltar varios puntos que deben tomarse en cuenta.

La posición del realismo estructural (SR) es originalmente propuesta por Worrall. Esta posición se basa en afirmaciones encontradas en el trabajo de Poincaré con respecto a la posibilidad de que las tres geometrías de la época pudieran ser verdaderas. Y surge como respuesta al desafío anti-realista del argumento de la inducción pesimista (AIP).

Esta posición afirma que la continuidad entre teorías sucesivas radica en la preservación de ecuaciones de una a otra, dado un cambio teórico. Ahora bien, una ecuación expresa una estructura –la forma abstracta de un sistema o el conjunto de propiedades de las relaciones que se guardan entre las entidades inobservables postuladas por una teoría. Debido a lo anterior, afirma el realista estructural, se debe limitar nuestra confianza y justificación sólo a los elementos que se retienen, las ecuaciones.

Como estas últimas representan estructuras, entonces sólo estamos justificados en el conocimiento acerca de la estructura de los fenómenos inobservables. Así entonces no importa qué términos estén relacionados, estos pueden cambiar radicalmente en cuanto a su caracterización teórica se refiere, lo que se preserva son las relaciones entre estos términos.

En otras palabras, hay ciertas entidades que son las responsables de las relaciones que expresa una ecuación, pero sus nombres o propiedades pueden y de hecho han cambiado parcial o radicalmente de manera tal que no podemos decir que son las mismas en el paso de una teoría a otra. Por lo tanto, no hay que confiar mucho en la postulación o descripción de tales entidades por una teoría, sólo hay que confiar en las relaciones que están expresadas por las ecuaciones de una teoría, pues éstas se han preservado, ya sean íntegramente o como casos especiales de otras de teorías posteriores.

No hay preservación de entidades, pero sí de relaciones. Las relaciones se mantienen sin importar que elementos las satisfagan. La definición o caracterización de estos elementos cambia, pero al mismo tiempo satisfacen determinadas propiedades que hacen que sean posibles las relaciones expresadas por las teorías.

Esta posición se interpretó de dos formas: como una mera restricción en lo que un realista está justificado en conocer o como una tesis acerca de lo que hay en este mundo en última instancia –un conjunto de relaciones expresadas mediante términos meramente formales. Esta última tesis es más radical y forma parte del realismo estructural ontológico (REO). Y la primera se denomina realismo estructural epistémico (REE).

El realismo estructural ontológico no surge estrictamente de la discusión tradicional entre realistas y anti-realistas. Sus fundamentos o argumentos principales vienen de casos experimentales que sugieren que no hay objetos, o más bien, que la idea resulta insuficiente

para dar cuenta de varios fenómenos inobservables. Por lo tanto, no es una tesis acerca de la continuidad o discontinuidad en la ciencia. Pero si afirma que la razón por la cual sólo podemos conocer la estructura del mundo inobservable, se debe a que sólo habitan en este mundo estructuras.

Hay una discusión muy fértil entre los mismos realistas científicos entre cuál de las distintas versiones es la que arroja más frutos o tiene un mayor número de implicaciones favorables para la interpretación de las teorías científicas.

Dentro de esta discusión se distinguen dos bandos: los realistas teóricos que intentan mostrar a toda costa que hay continuidad en los términos teóricos y los realistas estructuralistas epistemológicos que afirman que la continuidad es en términos formales o estructurales expresados por las ecuaciones. Dentro de este último bando hay un grupo que va más lejos y sostiene que la razón de esto es que sólo existen estructuras.

La afirmación última es discutida dentro del mismo estructuralismo, pues hay quienes que no están convencidos que se deba abandonar la noción de objetos a pesar de que parezca tambalearse a la luz de evidencia empírica en el seno de la mecánica cuántica, pues sigue siendo muy útil y práctica para la mayoría de los ámbitos por lo que parece difícil deshacerse de ella. Un ejemplo de esta discusión es dada por la crítica de Chakravartty al REO en la última sección.

Una vez que se ha expuesto el realismo estructural, sus divisiones y la discusión que hay en torno a esto es momento de voltear la mirada a una versión estructuralista que emplea una noción de estructura más elaborada, que afirma que limitar la justificación del conocimiento a las estructuras no implica que no se pueda estar justificado en el conocimiento de aquellos elementos que hacen posible las relaciones que conforman una estructura por lo que es necesario postular la existencia de objetos, pues sin éstos una relación sería imposible y por ende la idea de meras estructuras en el mundo no está tan fundamentada.

CAPITULO III. EL SEMI-REALISMO

En este capítulo se expondrá una postura realista científica peculiar —el semi-realismo. Ésta cae dentro del realismo estructural, pues concede que podemos obtener conocimiento estructural, sin embargo el concepto de estructura que emplea es uno distinto a propiedades formales, pues entiende por estructura algo concreto. Como un tipo de realismo estructural intenta tener el argumento de los no-milagros a su favor, a la vez que intenta responder de mejor manera que el realismo tradicional clásico y otras posturas realistas al desafío escéptico representado por el argumento de la inducción pesimista.

La estrategia empleada por esta postura, grosso modo, consiste en sugerir al realista que no crea en todas las afirmaciones contenidas en las teorías, sino sólo en aquellas que son necesarias para describir las ecuaciones que encontramos en el seno de las teorías. De esta manera, el semi-realismo se jacta de ser un tipo de escepticismo selectivo, de la misma manera que lo es el realismo de entidades y el realismo estructural epistémico. Las ecuaciones representan relaciones entre entidades, eventos o procesos. Las variables nombran propiedades de detección, las cuales son intrínsecas a las cosas que guardan dichas relaciones. Las propiedades de detección son causales y uno tiene un alto grado de confianza en ellas y en las entidades que las poseen en virtud de la capacidad desarrollada para poder manipularlas o detectarlas mediante aparatos u otros medios.

En las siguientes secciones se exponen las ideas que el semi-realismo desarrolla para presentar una postura realista refinada que incorpora aspectos del realismo de entidades y el realismo estructural y trata de subsanar sus defectos con el fin de tener como producto final una postura de mayor envergadura.

Recordemos la manera en que se preparó el camino para llegar hasta aquí. En el primer capítulo se mostró la principal controversia entre realistas y anti-realistas. Esta controversia radica en la posibilidad de conocer los objetos inobservables. Recuérdese que todo aquello que puede ser percibido a través de nuestros sentidos sin el empleo de algún instrumento cae bajo la etiqueta “observable” y lo que no es denominado “inobservable”. Pues bien, el realista afirma que si podemos conocer entidades y procesos inobservables, ya sean sus propiedades formales, como propone el realismo estructural epistémico (Worall), o sus propiedades intrínsecas, como lo hacen posturas realistas denominadas “teóricas” (Psillos, Kitcher), mientras que diversos anti-realismos de corte empirista niegan tal posibilidad. Algunos

realistas van más allá y sostienen que la línea observable/inobservable es difusa pues hay muchas entidades que se convierten en observables gracias al desarrollo de aparatos de detección que permiten que con nuestros sentidos “los percibamos” de alguna forma. Sin embargo, en el marco de las ciencias, establece el semi-realismo, hay una distinción entre entidades detectadas/detectables y percibidas/perceptibles. Las primeras tienen que ver con que no las podemos percibir pero que se pueden detectar mediante medios ajenos a nuestros propios sentidos. Las segundas tienen que ver solamente con nuestros sentidos, es decir, todas aquellas que podemos percibir sin ayuda de algo ajeno a ellos. Recuérdese que la percepción tiene que ver con los sentidos, mientras que la detección requiere aparatos u otros medios además de nuestra capacidad perceptual. En la filosofía de la ciencia se habla en términos de percepción y es en este marco en el que se inserta la discusión de la posibilidad del conocimiento de los aspectos inobservables del mundo.

Por otro lado, en el segundo capítulo se expuso en qué consiste el realismo científico, su argumento a favor (el argumento de los no-milagros) y sus argumentos en contra (el argumento de la inducción pesimista, el argumento de la sub-determinación por la evidencia empírica). Se hizo notar que el argumento donde recae la atención del realista es el de la Inducción pesimista, pues éste socaba la idea de progreso o avance científico, así como la idea de que las teorías científicas son verdaderas al 100% o que todos sus enunciados hacen referencia a entidades y procesos independientes de la mente.

Es acordado entre realistas que una postura realista debe responder satisfactoriamente a la dificultad de la discontinuidad teórica en la historia de la ciencia. Es decir, una postura realista satisfactoria deberá señalar que hay continuidad, avance, progreso en el conocimiento científico, a pesar del cambio teórico.

Aquí me parece pertinente señalar algo importante: una cosa es que los elementos de las teorías puedan cambiar, en principio, en su totalidad, y otra cosa distinta es que de hecho hayan cambiado. Pero antes de esto, ¿en qué consiste el cambio? Se podría preguntar uno.

Hay que distinguir entre el caso en que los elementos de una teoría anterior T1 que hayan cambiado con el paso del tiempo, dando origen a teorías T2, T3, etc., del caso en que todos los elementos de la teoría T1 (las entidades y procesos a los que se refieren) hayan cambiado al mismo tiempo. Intuitivamente es claro que en el cambio de una teoría T1 a una T2 hay elementos que permanecen y elementos que no, así como que difícilmente la teoría T2 no

contiene nada que haya sido propuesto por T1, pues entonces al no ser parecidas o intentar describir lo mismo, pues son sucesivas porque una es anterior a la otra, no corresponden a la misma parcela del conocimiento o no intentan describir lo mismo en lo absoluto.

Aclarado lo anterior y mostrando los supuestos que subyacen a la cuestión de la continuidad y discontinuidad teórica, varias teorías realistas intentan determinar cuáles elementos permanecen entre teoría sucesivas en un campo científico determinado y dar las razones por las cuales permanecen. Para Kitcher, por ejemplo, hay elementos inactivos y activos dentro de una teoría. Los primeros son los que son necesarios para predecir o explicar fenómenos y por ende permanecen⁶⁷. Para Psillos⁶⁸, por ejemplo, términos que no se preservan en teorías sucesivas tenían referente empírico después de todo y sólo se preservan aquellos términos que son esenciales en la predicción de fenómenos subsecuentemente observados. Para Worrall⁶⁹, lo que permanece, del paso de la teoría de Fresnel a la de Maxwell es la estructura de la luz, pero su naturaleza cambia.

Si afirmamos que hay cambio científico y si tenemos claro que todo puede cambiar y que no todo cambia a la vez, como parece ser intuitivamente cierto y que requeriría de una serie de argumentos en el seno de una teoría metafísica del cambio, entonces no habría problema en sostener que 1) hay cambio teórico en la actividad científica, pues es un hecho. 2) En el cambio teórico hay dos posibilidades: i) que algunos elementos permanezcan y otros cambien y ii) que todos los elementos cambien simultáneamente. El problema tradicional radica en intentar responder la pregunta ¿por qué permanecen algunos términos y no otros?

El realista intenta responder esta pregunta y es donde se presentan dificultades. Una cosa es señalar el día de hoy, frente a dos teorías exitosas sucesivas, una pasada y una actual, los elementos que se retuvieron de una a otra. Y otra cosa es, hoy, frente a la teoría exitosa señalar de manera confiable y justificada cuáles de sus elementos teóricos permanecerán, pase lo que pase, en una teoría sucesiva.

El semi-realismo intenta dar los medios con base en principios para distinguir cuáles elementos se retienen y explicar por qué se retienen conforme avanzan las ciencias con base en el hecho

⁶⁷ Véase Kitcher, (1993).

⁶⁸ Véase Psillos, (1996).

⁶⁹ Véase Worrall, (1989).

de que se retienen ecuaciones entre teorías sucesivas y los términos que juegan un papel importante en la interpretación mínima de la ecuación dada.

La idea principal del semi-realismo es que, por un lado, es cierto que hay una gran cantidad de casos en los que ecuaciones dentro de teorías anteriores permanecen como caso especiales de ecuaciones más generales dentro de una teoría posterior, de la misma que hay casos atípicos, como el señalado por Worrall, en el que las ecuaciones permanecen idénticas entre la teoría de la luz de Fresnel y la posterior elaborada por Maxwell. Por el otro, hay términos que son trasladados dentro una teoría científica T1 a una sucesiva T2 por el hecho de que tales términos hacen referencia exitosa a entidades o procesos observables e inobservables detectables.

La referencia exitosa radica en las interacciones causales que se forjan entre las entidades y procesos postulados y descritos por las teorías y los diversos instrumentos de detección. Y las ecuaciones matemáticas expresan de manera resumida las diversas relaciones (de manera cuantitativa) en que la entran estos procesos y entidades. Por ende, relaciones (expresadas de manera cuantitativa en ecuaciones) y propiedades (la descripción de una entidad o proceso mediante afirmaciones teóricas) vienen en conjunto y gracias a ellas es cómo obtenemos conocimiento de observables e inobservables.

1. EL SEMI-REALISMO Y LA JUSTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Los realistas tienen interés en cuestiones epistemológicas, es decir, en la justificación del conocimiento acerca de observables e inobservables. El semi-realismo propone una manera peculiar y propia para justificar nuestras creencias en la existencia y el conocimiento de entidades, eventos y procesos inobservables, pero que hace eco de la tesis propuesta por el realismo de entidades: la capacidad que se tiene para detectar o manipular mediante aparatos las propiedades de una determinada entidad, las cuales son atribuidas por una teoría correspondiente.

Por ejemplo, la justificación de la creencia en la existencia de determinada entidad inobservable tal como la enzima, según el semi-realismo, se basa en las detecciones de determinadas propiedades que la teoría le atribuye a la enzima. Con el fin de que un biólogo esté convencido de que cosas tales como las enzimas existen debe haber pruebas empíricas en las que estas propiedades puedan ser detectadas.

Ahora bien, ¿dónde reside la justificación del conocimiento acerca una entidad tal como la enzima? Si concebimos a las teorías como un conjunto de enunciados que pueden ser verdaderos o falsos en virtud de si corresponden o no a la naturaleza de un mundo independiente de la mente, entonces las teorías además de postular la existencia de tales o cuales entidades o procesos también les atribuyen ciertas o cuales propiedades. Son mediante éstas que 1) se busca la entidad o proceso inobservable y 2) se obtiene conocimiento una vez que han servido para la detección de una entidad, pues el conocimiento radica en saber algo sobre sus propiedades y las relaciones que guarda con otros procesos o entidades.

La justificación en la existencia de una entidad, evento o proceso viene junto con la justificación del conocimiento (algunas de sus propiedades de detección) acerca de estos. En otras palabras, se está justificado en la existencia de una entidad si y sólo si se está justificado en la descripción de la misma, i.e., en las propiedades que la teoría le atribuye. Dado que lo último es lo que hacen las afirmaciones que constituyen una teoría, entonces estamos justificados en el conocimiento de una entidad, proceso o evento inobservable si y sólo si estamos justificados en su existencia.

Ahora bien, según el semi-realismo, estamos justificados en la existencia de una entidad inobservable en la medida que forjamos un contacto causal significativo y si esto es así, conduce directamente a estar justificados en el conocimiento acerca de ella. El semi-realismo no quiere decir que se agote el conocimiento acerca de los inobservables mediante puras propiedades de detección, en principio, y tal vez, nunca logre agotarse. Sólo sostiene que es necesario dar una descripción de una entidad o proceso (en términos de propiedades de detección) para poder salir a su búsqueda y una vez que se detecta, es gracias a las propiedades que se le atribuyeron desde un inicio, aunque puede ser que se encuentren más propiedades y relaciones con otras entidades o procesos en un futuro.

Según el semi-realismo, el contacto causal que se forja entre las propiedades de detección de alguna entidad o proceso determinado y algún instrumento de detección determinado es la mejor razón para creer en la existencia de tal entidad o procesos determinados y sus propiedades de detección, es decir, en el conocimiento de lo inobservable.

Ahora bien, la manera general en que se describen las detecciones es en términos de relaciones cuantitativas. Estas relaciones cuantitativas son expresadas de manera sintética en alguna fórmula matemática en el seno de la teoría.

El semi-realista tiene la visión de que la justificación del conocimiento acerca de inobservables consiste en la capacidad que se tiene para detectar propiedades determinadas (causales o disposicionales) de una entidad o proceso mediante el empleo de un(os) determinado(s) instrumento(s) de detección.

De acuerdo al semi-realismo, los realistas deben aceptar sólo las propiedades y las relaciones con las que la ciencia ha forjado un contacto causal significativo y la justificación del conocimiento de las propiedades está dado, en la mayoría de los casos, por un conocimiento de las relaciones entre estas propiedades que pueden ser descritas mediante fórmulas matemáticas. Sin embargo, aquí uno puede preguntar -¿en qué consiste un contacto causal significativo?- y ¿qué pasa con las teorías científicas de un rubro específico en las que no encontramos fórmulas matemáticas ni entidades descritas en términos disposicionales, es decir, mediante propiedades causales?⁷⁰

2. EL SEMI-REALISMO COMO UNA POSTURA ESCÉPTICA SELECTIVA.

El semi-realismo es una postura escéptica selectiva en el sentido de que nos sugiere no creer en todo lo que afirma una teoría científica, ya que no estamos justificados en creer algunos enunciados que describen o afirman la existencia de determinadas entidades o procesos inobservables. A su vez, esta postura es una conjunción de dos posturas escépticas selectivas, el realismo de entidades y el realismo estructural. Tanto el Realismo de Entidades como el realismo Estructural tienen aspectos positivos y negativos. Por esta razón es que los dos son formas de posturas escépticas selectivas. Es decir, establecen que no estamos justificados en creer algunas proposiciones teóricas que describen el aspecto inobservable de la realidad y al mismo tiempo afirman que estamos justificados en creer ciertas afirmaciones teóricas acerca del mundo inobservable.

Veamos a detalle el realismo de entidades como una postura escéptica selectiva. El aspecto positivo del realismo de entidades es su énfasis en el contacto causal entre una entidad y los aparatos de detección como razón para creer en la existencia de las entidades postuladas por las teorías. Su aspecto negativo es la sugerencia que da al realista de no creer en las descripciones que la teoría da acerca de las entidades postuladas. Este aspecto negativo ha sido criticado por el hecho de que, como se vio arriba, si estamos justificados en la existencia

⁷⁰ Chakravartty, 2007, p. 60

de una entidad determinada postulada por una teoría, entonces estamos justificados en creer las proposiciones que la describen (la teoría), i.e., en el conocimiento de tal entidad. En resumen, el realismo de entidades se caracteriza por su escepticismo con respecto de las proposiciones teóricas que describen una entidad, pero no así acerca de las proposiciones que afirman su existencia.

Ahora examinemos al realismo estructural como una postura escéptica selectiva. El aspecto positivo del realismo estructural es la atención que pone en las ecuaciones que se retienen entre teorías sucesivas, ya sea íntegras como en el caso de Fresnel-Maxwell o dentro de ecuaciones más generales como en el caso de Newton-Einstein como razón para afirmar que sólo tenemos acceso a la estructura (propiedades formales) de las entidades, eventos y procesos inobservables al mismo tiempo que establece que la continuidad teórica reside a nivel estructural, es decir, en las ecuaciones. Estas ecuaciones expresan las relaciones cuantitativas y causales que guardan las entidades descritas por las teorías. El aspecto negativo de esta posición radica en sugerir al realista que no crea nada más allá de lo meramente estructural, i.e., que suspenda el juicio o simplemente acepte que no tiene razones para creer en las proposiciones que atribuyen otro tipo de propiedades que no sean las formales (es decir, que suspenda el juicio sobre las propiedades intrínsecas o primarias). En resumen, el Realismo Estructural es escéptico acerca del conocimiento acerca la naturaleza de los inobservables, pero si confía en el conocimiento estructural de este tipo de entidades.

Ambos aspectos positivos de cada una de estas dos posturas realistas se conjuntan en la idea más refinada sostenida por el semi-realismo. Esta idea consiste en que los elementos retenidos entre teorías sucesivas son aquellas entidades y procesos con los que se ha forjado un contacto causal significativo. Las respectivas propiedades de primer orden de estas entidades y procesos, tales como sus propiedades de detección, que la teoría en las que estos están insertos les atribuye son las responsables de las diversas interacciones o relaciones que se dan entre sí y/o con otras entidades y procesos inobservables. Tales relaciones están expresadas de manera resumida en las ecuaciones matemáticas de las teorías científicas. Esto último es lo que explica por qué éstas permanecen a través de teorías sucesivas.

3. EL SEMI-REALISMO Y EL CONCEPTO DE ESTRUCTURA.

El concepto de estructura juega un papel importante en la posición realista estructural. El semi-realismo es un tipo de realismo estructural y emplea el mismo término –estructura- pero entiende por éste algo distinto: una **estructura concreta**. El concepto de estructura concreta juega un papel sumamente importante en el seno de la postura semi-realista. En contraposición al realismo estructural, el semi-realismo entiende por estructura, no una propiedad de relaciones entre propiedades de entidades o procesos inobservables, una propiedad formal o de segundo orden, sino una relación entre las propiedades de primer orden de las entidades o procesos inobservables. Ésta última es lo que se denomina estructura concreta. Ejemplos de propiedades de primer orden para el semi-realista serían algunas magnitudes físicas fundamentales como la masa y la longitud, por una parte, así como las propiedades causales, por el otro. Ahora bien, supóngase el caso en el que tenemos un conjunto de pasteles de distinta masa y un conjunto de cucharas de distinta longitud (ambas propiedades primarias). Para el primer conjunto tenemos la relación “más pesado que” y para el segundo la relación “más grande que” (ambas son relaciones entre propiedades de primer orden, i.e., relaciones concretas). Ambas relaciones tienen algo en común: la propiedad de ordenamiento total ya que ordenan a la totalidad de los elementos del conjunto. Esta propiedad es un ejemplo de propiedades de segundo orden. En cuanto a estructuras formales se refiere, tenemos como ejemplos de éstas, la estructura de los números reales, la estructura del espacio euclidiano, etc. Una estructura formal sólo contiene relaciones formales, relaciones que son definidas en su totalidad mediante términos lógicos y de otros objetos y relaciones. Una estructura concreta es aquella que involucra relaciones concretas como las de “más pesado que” y “más grande que”, i.e., relaciones entre propiedades primarias o intrínsecas. (En el capítulo siguiente, en la sección II “**Estructura concreta vs. Estructura abstracta**” se aborda la distinción con más detalle).

El semi-realismo afirma que cuando las propiedades de primer orden de las cosas que habitan el mundo independiente de nuestra mente están relacionadas de cierta manera, los particulares que tienen estas propiedades están a menudo relacionados de una manera correlacionada. Por ejemplo, si la masa de un pastel es mayor que la masa de otro, entonces el primero es más pesado que el último. Este tipo de correlación no aplica en todos los casos, pero aplica de manera bastante general a varias de las relaciones cuantitativas que son de interés científico.

En contraposición al criterio de identidad de estructura propuesto por Russell que se enfrenta a la objeción de Newman⁷¹, el semi-realismo sostiene que dos estructuras concretas que tienen las mismas propiedades formales de orden mayor pero que tienen que ver con distintos tipos de relata y relaciones no son una ni la misma estructura.

Para ilustrar lo anterior, considérese lo siguiente: las moléculas que componen segmentos de ADN y los materiales que componen modelos de tales segmentos son distintos objetos relacionados (relata) y por lo tanto son estructuras concretas diferentes.

En breve, el criterio de identidad de estructura propuesto por el semi-realismo tiene que ver con estructuras concretas y versa así: dados dos conjuntos α y β y sus respectivas relaciones R y S , sólo si son del mismo tipo tanto los elementos del conjunto como sus relaciones y las relaciones son las mismas, entonces tienen una y la misma estructura. Aquí cabe recordar que el criterio de identidad de Russell afirma que dados dos conjuntos α y β y sus respectivas relaciones R y S , tienen la misma estructura si y sólo si las relaciones son las mismas sin importar si son del mismo tipo los elementos del conjunto.

El semi-realismo afirma que las teorías generalmente describen relaciones entre propiedades de primer orden en términos de ecuaciones matemáticas en las que las variables nombran distintos tipos de propiedades. Las ecuaciones matemáticas como la de la onda de la luz, bajo el enfoque semi-realista, representan la estructura concreta de la luz, mientras que bajo el enfoque estructuralista de Worrall representarían la estructura formal de la luz en el sentido de que la ecuación representa el cambio de amplitud de una entidad determinada (sin atrevernos a decir la luz, pues podría ser cualquier otra).

Debido a esta manera de interpretar las ecuaciones que encontramos en las teorías, el semi-realismo acusa a los defensores del realismo estructural epistémico de ser timoratos a sus pretensiones del conocimiento de lo inobservable al restringirse sólo a un conocimiento de

⁷¹ La objeción de Newman consiste en que dado el criterio de identidad de estructura por Russell se corre el riesgo de que afirmar que sólo se puede conocer cuestiones referentes a la cardinalidad entre dos o más conjuntos cuyos elementos sean completamente diferentes sin necesidad de conocer algo acerca de las propiedades intrínsecas o básicas de los elementos y así mostrar que sería innecesario emprender alguna investigación empírica para obtener el conocimiento de las propiedades de primer orden de cualquier entidad o proceso postulado por una teoría, pues tendríamos conocimiento meramente formal, sin requerir de la experiencia, algo que choca con la imagen acerca de la actividad científica como constituida por un corpus de datos procedentes de prácticas experimentales o empíricas.

propiedades formales de orden mayor (estructuras abstractas) con la justificación de que sólo así se puede responder exitosamente al Argumento de la Inducción Pesimista (AIP).

Un realista, bajo el enfoque semi-realista, no se limita a un conocimiento de propiedades de relaciones entre propiedades de primer orden que ostentan los objetos inobservables, i.e., conocimiento estructural abstracto, sino que pretende obtener conocimiento (en menor o mayor grado) de las relaciones mismas y las propiedades intrínsecas de los objetos inobservables, conocimiento estructural concreto. Esto se logra mediante el empleo de la noción de estructura en sentido concreto y no abstracto. Esta pretensión semi-realista se logra sin riesgo a perder la respuesta exitosa del realismo estructural al AIP, afirma su proponente.

En breve, el semi-realista sostiene que el realista puede ser más ambicioso en cuanto a sus pretensiones de conocimiento acerca del mundo inobservable, (se puede obtener un conocimiento de la naturaleza, propiedades de primer orden) y al mismo tiempo afirma que se puede seguir respondiendo a las dificultades anti-realistas escépticas respecto al cambio teórico que conducen al AIP.

Una **estructura concreta** es una relación entre propiedades de primer orden de cosas, por lo que conocerlas implica saber algo cualitativo acerca de las relaciones, no solamente sus propiedades formales de orden mayor. Sólo así el criterio de identidad entre estructuras se vuelve inmune a la objeción de Newman.

La postura realista estructural que incluye una noción de estructura en sentido concreto debe ser diferenciada del realismo estructural tradicional, por tal razón es que su proponente la bautizó bajo el nombre de semi-realismo. El semi-realismo es un refinamiento de la postura realista estructural epistémica al afirmar que estamos justificados en creer en las descripciones no meramente formales o de orden mayor de las entidades, procesos y eventos inobservables, sino también de las relaciones entre las propiedades de primer orden que les atribuye la teoría en la que están insertos.

4. EL SEMI-REALISMO Y LAS PROPIEDADES CAUSALES.

El semi-realismo intenta seguir la pista dejada por G. Maxwell de que la conexión causal es un aspecto crucial de la estructura. Por lo tanto, haciendo eco del realismo de entidades, esta postura hace mucho énfasis en las propiedades causales de las entidades, eventos o procesos inobservables. Según este enfoque, las propiedades causales confieren disposiciones a las entidades o procesos inobservables para entrar en relaciones.

Bajo el enfoque semi-realista los particulares (entidades y procesos) interactúan y se comportan de la manera en que lo hacen en virtud del hecho de que tienen ciertas propiedades (las causales). Según esta posición, son las propiedades de primer orden, tales como masa, carga, aceleración, volumen y temperatura, las que confieren sobre los objetos que las tienen determinadas capacidades o habilidades. Estas capacidades son disposiciones a comportarse de maneras tales bajo la presencia o ausencia de determinados particulares y sus respectivas propiedades. Por ejemplo, la propiedad “masa” confiere a un cuerpo la disposición a ser acelerado bajo la aplicación de fuerza. De la misma forma, la propiedad “volumen”, confiere a un gas la disposición de volverse más presurizado bajo la aplicación de calor y así sucesivamente.

En resumen, según el semi-realismo, lo que produce la actividad causal son las maneras en las que estas disposiciones se relacionan una con otra (las maneras en que los particulares con varias propiedades están dispuestos a actuar en conjunción con otras). La causalidad tiene que ver con las relaciones determinadas por las disposiciones, conferidas por las propiedades causales.

El semi-realismo, en contraposición al realismo estructural, niega que sólo se pueda obtener conocimiento de las estructuras (entendidas como algo formal) sin haber obtenido previamente un conocimiento (en menor o mayor grado) acerca de la naturaleza intrínseca de los objetos (propiedades tales como las causales). Y en vez de comprometerse sólo con las estructuras abstractas, acepta un compromiso con las estructuras concretas.

El semi-realismo sostiene que podemos obtener un conocimiento estructural de las entidades y procesos inobservables, pero entiende por estructura no algo formal, sino algo concreto. En otras palabras, esta versión realista afirma que podemos conocer propiedades primarias de los objetos, eventos o procesos inobservables, las disposiciones que éstas les confieren, las

relaciones en las que entran estas propiedades y por ende los objetos, eventos o procesos que las poseen, así como las propiedades de estas relaciones.

En breve, el semi-realismo es una postura epistemológicamente más ambiciosa que el realismo estructural tradicional, pues aspira no sólo a obtener conocimiento de propiedades formales o de orden mayor del aspecto inobservable del mundo, sino también a un conocimiento de las propiedades intrínsecas y las relaciones que guardan entre sí. Esto a partir del hecho de que hay entidades tales como el electrón o la luz que, según el semi-realista, a pesar de cambios en su descripción por teorías sucesivas, mantienen las mismas disposiciones a comportarse de la manera que lo hacen frente a otros particulares en virtud de nuestros aparatos de detección. Es decir, algo queda fijo, el comportamiento disposicional.

Ahora bien, este comportamiento disposicional involucra propiedades de detección. Estas propiedades de detección son parte de las propiedades intrínsecas o primarias de una entidad o proceso. Así entonces es que los realistas pueden ir un paso más allá de la pretensión epistémica del realismo estructural epistémico y conocer algunos aspectos de la naturaleza de las entidades que entran en una relación expresada por una ecuación matemática.

Uno está frente a una estructura concreta cuando uno ha identificado una relación específica entre las propiedades de primer orden de particulares, las cuales determinan la naturaleza de las cosas. Decir que dos clases o conjuntos tienen la misma estructura, bajo la postura semi-realista, es decir, ipso facto, algo acerca de la naturaleza de sus miembros y no meramente algo sobre sus propiedades de orden mayor tal como lo hace el realismo estructural.

El semi-realismo afirma que las propiedades causales son un subconjunto del conjunto de las propiedades intrínsecas de entidades o procesos, es decir, del conjunto de las propiedades de primer orden.

Aunque esta postura no explícita un criterio de demarcación entre propiedades genuinamente intrínsecas y las que no, da por sentado que las hay. Además da por hecho, a partir de los casos de investigación científica donde permanecen nexos de detección bien establecidos con entidades y procesos, que al menos las propiedades que dan pie a estas detecciones deben ser parte intrínseca de la naturaleza de una determinada entidad o proceso, pues de otra forma quedarían sin explicación las detecciones o manipulaciones que se logra establecer con entidades o procesos inobservables.

Ahora bien, estas propiedades a su vez tienen una calidad relacional porque confieren disposiciones sobre los objetos a comportarse de una manera determinada en presencia o ausencia de otros objetos o procesos, es decir, determinan el tipo de relación que pueden guardar. Al obtener un conocimiento de estas relaciones, penetramos en el conocimiento de la naturaleza intrínseca de los objetos.

El semi-realismo está de acuerdo con el realismo estructural epistémico en que hay una distinción genuina entre la naturaleza de una entidad o proceso y su estructura. Sin embargo, bajo la visión semi-realista, la naturaleza y la estructura de una entidad, proceso o evento vienen “junto con pegado”, pues recuérdese que hay que entender por estructura no algo formal, sino algo concreto.

No se puede hablar de un conocimiento estructural meramente formal, pues el conocimiento estructural que un realista puede obtener está en términos de propiedades intrínsecas y las relaciones que guardan entre sí. Si se obtiene conocimiento estructural de una entidad o proceso es en virtud de un conocimiento de la naturaleza de las entidades, proceso o eventos (conocimiento acerca de propiedades primarias y las relaciones que guardan entre sí).

El semi-realismo afirma que algunos aspectos estructurales de una entidad o proceso constituyen parte de su naturaleza, de la misma manera en que las relaciones específicas de unión entre los átomos de hidrógeno y oxígeno constituyen parte de la naturaleza intrínseca del agua. Sin embargo, las relaciones que las entidades, eventos o procesos son capaces de tener exceden las descripciones que las teorías brindan acerca de la naturaleza de los mismos.

5. EL SEMI-REALISMO, EL ARGUMENTO DE LOS NO-MILAGROS Y EL ARGUMENTO DE LA INDUCCIÓN PESIMISTA.

En el capítulo anterior se presentaron los argumentos a favor y en contra del realismo científico. El argumento a favor es el Argumento de los No-Milagros (ANM), los argumentos en contra: el argumento de la Sub-determinación a partir de la Evidencia empírica Disponible (ESD) y el Argumento de la Inducción Pesimista (AIP). Éstos últimos son considerados como dos desafíos escépticos anti-realistas. El penúltimo es considerado como el más poderoso y general, que analizado a detalle, tal como la hace Laudan⁷², no representa mayor peligro, pues

⁷² Véase Laudan (1990)

los científicos, en varios casos específicos en la física y química, han establecido criterios para elegir entre teorías genuinamente competidoras, las cuales casi siempre se reducen a un par.

Ha sido común aceptar que cualquier postura que quiera ser considerada como realista científica debe tener a su favor el ANM y responder al desafío escéptico impuesto por el AIP. La postura realista que afirmó por primera vez, lograr esto, fue el realismo estructural a la Worrall, sin embargo no es la única. Ha habido otros intentos en manos de Kitcher y Psillos por lograr esto sin apelar al concepto de estructura, pues éste se ha considerado problemático.

Cada una de estas posturas, ambas intentos por responder al desafío de la discontinuidad teórica, dice ser mejor que las demás y critican a las competidoras. Desde entonces ha habido una serie de posturas realistas del tipo estructural que intentan tener a favor el ANM y responder satisfactoriamente en contra de la conclusión del AIP.

El semi-realismo, considerado como una forma de realismo estructural, intenta tener el ANM a su favor y negar las conclusiones escépticas del AIP, a la vez que critica la postura estructural epistémica original (Worrall) y las elaboradas por Kitcher y Psillos afirmando que éstas no responden satisfactoriamente el desafío escéptico impuesto por el AIP a partir de la discontinuidad teórica.

Veamos primero la manera en que el ANM queda reelaborado bajo la perspectiva del semi-realismo: “No es un milagro que las buenas teorías científicas sean empíricamente exitosas, dado un conocimiento de estructuras concretas y que las teorías describen las estructuras de la realidad”⁷³ En otras palabras, dado un conocimiento de estructuras concretas, no es un milagro, afirma el realista, que las buenas teorías científicas sean empíricamente exitosas, ya que éstas describen estructuras de la realidad en un cierto estrato de profundidad ontológica, pues la realidad parece estar constituida por un amplio conjunto de estratos.

Ahora, en cuanto al AIP se refiere, el semi-realismo, como una forma de escepticismo selectivo, pretende ofrecer los medios con base en principios para distinguir aquellas partes de las teorías que probablemente serán retenidas conforme avanzan las ciencias a partir de aquellas partes que serán aptas para el reemplazo. Asimismo intenta que mediante una buena razón esta demarcación ofrezca una respuesta efectiva y convincente al desafío escéptico anti-realista que surge desde el AIP.

⁷³ Chakravartty, 2007, pp. 44-45

En una reflexión más a fondo o ulterior el semi-realismo considera que el realismo estructural, ya sea epistémico u ontológico, no responde satisfactoriamente el desafío escéptico anti-realista que surge a partir del AIP.

Las razones por las cuales esto es así son las siguientes. Primero, no está claro qué deba entenderse por estructura. Si entendemos por estructura la definición de Russell, entonces nos enfrentamos a la objeción de Newman y llegamos a la conclusión de que sólo podemos conocer cuestiones de cardinalidad entre dos o más conjuntos de cosas cuyos elementos son completamente distintos sin necesitar saber algo acerca de sus propiedades intrínsecas, lo cual resultaría en un desdén por la investigación empírica para conocer más sobre una entidad, proceso o evento. Esto va en contra de la idea de que la investigación empírica es necesaria para obtener un conocimiento de la realidad.

Segundo, si aceptamos que las ecuaciones matemáticas describen la estructura de alguna entidad, evento o proceso, también deberíamos aceptar las propiedades primarias que la teoría en la que está inserta la ecuación atribuye a las entidades que entran en relación, pues gracias a éstas es que guardan relaciones causales determinadas que son expresadas en las ecuaciones.

Tercero, el caso de estudio a favor del realismo estructural señalado por Worrall es atípico. En ninguna otra transición teórica encontramos ecuaciones intactas desde la teoría anterior a su sucesora. En la mayoría (si no es que en todos) de los casos de cambio teórico las ecuaciones de la teoría antecesora (T1) se convierten en casos límite de ecuaciones más generales de la teoría sucesora (T2) y algunos de los términos entre una y otra, aunque se preservan en nombre, cambian de significado u otros son eliminados, a pesar de que el realista estructural se limite a afirmar que se conservan algunas ecuaciones en el paso de una a otra teoría sucesiva, por ejemplo la ecuación de la segunda ley de Newton " $F=ma$ " dentro del marco de la teoría de la relatividad especial, y así sostener que se preserva la estructura.

Y cuarto, el realista estructural epistémico (Worrall) no explica por qué permanecen las ecuaciones de la teoría de la luz de Fresnel en la teoría electromagnética de Maxwell, sólo señala que la ecuación captura una estructura formal del mundo. Las ecuaciones de Fresnel, interpretadas como modelos del éter, (criticable, pues eran modelos acerca de la luz), no eran los únicos en ese entonces, había varios modelos matemáticos de sus supuestas propiedades que no fueron conservados en la teoría posterior del electromagnetismo.

A esta última objeción se me ocurre una posible respuesta desde la posición semi-realista: no se conservaron tales modelos matemáticos porque el éter, debido a los infructuosos intentos por detectarlo mediante aparatos, fue desechado como una entidad existente. (Aunque algunos realistas recalcitrantes podrían atreverse a afirmar que debido a que algunas de las propiedades postuladas por el éter son atribuidas a una entidad cuasi-concreta: -el espacio-tiempo-, entonces la primera "existe" a pesar de que sufrió "un cambio de nombre". Lo cual me parece atribuirle una realidad a las entidades en un sentido objetivo más fuerte, pues no importa que nombre se le coloque a algo, éste está allí. Bloqueando así la posibilidad de equivocarnos en la postulación de entidades que, de hecho, no existiesen). Si se desecha la entidad, se desechan sus propiedades y las relaciones que pudiera guardar con otras entidades. De hecho, el semi-realista sugiere tener nula o poca confianza en entidades con las que no hemos forjado un nexo causal alguno o mínimo, respectivamente.

Otra crítica al realismo estructural, tanto óptico como epistémico, según el semi-realismo, estriba en la falta de un criterio para determinar, desde la arista del presente hacia el futuro y no hacia el pasado, cuáles estructuras serán retenidas y cuales desechadas, a partir del hecho de que los científicos y las teorías describen varias estructuras, pero sólo es probable que algunas sean retenidas.

La misma crítica arriba señalada en contra del Realismo Estructural Epistémico aplica también al realismo propuesto por Kitcher y Psillos, posiciones que como el realismo estructural epistémico también intentan responder al desafío escéptico anti-realista impuesto por el AIP.

Las tres posturas realistas sufren de lo que Anjan Chakravartty denomina "racionalización ad hoc". Esta racionalización ad hoc consiste en el señalamiento que hace el realista, desde la perspectiva del presente hacia el pasado, de los elementos que han sido retenidos entre teoría sucesivas y dar como explicación de su permanencia el hecho de que estos elementos eran esenciales para explicar, predecir y retrodecir fenómenos.

Se podría argumentar en contra de las posiciones de Kitcher y Psillos que es muy fácil identificar los aspectos de las teorías pasadas que "hacían el trabajo" después de identificar en la teoría actualmente imperante los elementos de la(s) anterior(es). Echando un vistazo desde el presente hacia atrás, uno está inclinado a considerar las partes de las teorías pasadas que han sido retenidas en la actual como las indispensables, dado que otros aspectos han sido desechados.

En contraposición al realismo de Entidades y el realismo Estructural, el semi-realismo sí brinda una explicación general de lo que significa “hacer el trabajo” con referencia a los elementos que encontramos en una teoría, pues pone a disposición del realista una razón anterior a los hechos para pensar que determinadas estructuras serán retenidas.

¿Cómo responde el semi-realismo al desafío escéptico impuesto por el AIP?

El semi-realismo, entendido como una posición escéptica selectiva, acepta que hay un grado importante de discontinuidad en las teorías científicas a lo largo del tiempo, pero niega que la discontinuidad esté presente en muchas de las cosas que se pueden creer de manera apropiada.

Dentro de la discontinuidad teórica, hay elementos que permanecen ¿cuáles son? Aquellos elementos de las teorías en los que vale más la pena creer. ¿En qué elementos de la teoría vale la pena creer? En aquellos elementos con los cuales uno ha forjado un *vínculo causal significativo*. (Este vínculo causal es **significativo** si podemos manipular en cierto grado una entidad a partir de las propiedades causales que se le atribuyen, a mayor grado de manipulación, más significativo sería el vínculo. Aún así faltaría determinar los grados de manera más detallada por parte del semi-realista, pues ¿qué grado tiene de significativo el vínculo causal que se ha forjado con una entidad que apenas hemos detectado? Debería ser un vínculo no tan significativo como el que se desprende de una manipulación, si es que entendemos por manipulación y mera detección algo diferente).

El grado de creencia tiene que reflejar el grado de manipulación. Si no tenemos grado alguno de manipulación respecto a una entidad determinada, como podría ser el éter, entonces no deberíamos tener grado alguno de justificación en la creencia de su existencia.

Suspender el juicio acerca de la existencia de una entidad cuando carecemos de capacidades de manipulación sobre una entidad determinada no implica que se le niegue, ya que muchas de las entidades que encontramos en teorías pasadas que no podían ser manipuladas o detectadas en ese momento han sido después manipuladas o detectadas, así es muy probable que todo lo existente rebase lo que se puede detectar o manipular en un estado de investigación científica determinado. De manera contraria, si tenemos un alto grado de manipulación de una entidad dada, tal como un electrón, entonces un realista debería tener un alto grado de creencia en él.

El semi-realismo sugiere que el realista debería comprometerse con estructuras que involucren propiedades y relaciones que son esenciales para describir nuestras conexiones causales con el mundo. Por lo tanto, el realista debe comprometerse con las estructuras concretas que son detectadas y descritas en las teorías científicas.

El criterio de demarcación entre los elementos que son retenidos entre teorías sucesivas y los que no, no radica únicamente en la indispensabilidad para las explicaciones, predicciones y retrodicciones como lo afirman en su momento Kitcher y Psillos bajo estrategias un poco diferentes, sino además en el grado de manipulación y/o detección mediante aparatos u otros medios que se ha podido forjar con ellos.

El semi-realista afirma que un elemento teórico que es necesario para dar sentido a una ecuación seguramente será retenido ya que la ecuación expresa de manera resumida una relación cuantitativa entre propiedades de entidades o procesos en virtud de las propiedades de detección que tienen. Este elemento no sólo es indispensable para dar sentido a las ecuaciones o las explicaciones que se desprenden de la teoría en la que está inserta, sino que debido a que se ha podido detectar o en el mejor de los casos, manipular, es la razón por la que es necesaria para poder interpretar las relaciones expresadas por las ecuaciones. Ambos requisitos son necesarios para poder estar justificados en la creencia de su existencia y su conocimiento.

Sin embargo, la tesis semi-realista corre el riesgo de tomar como hecho bruto a la causalidad y algunas otras "propiedades de nuestro mundo" a pesar de que para otros filósofos (tal vez realistas también) esto necesite de explicación. Por lo tanto, el autor, al privilegiar la explicación, desarrolló una teoría de la causalidad basada en procesos y no en eventos que esté acorde a la tesis realista que defiende y a la objeción de Hume de la justificación de la causalidad. Sin embargo, una revisión de esta teoría causal excede los límites del presente trabajo de investigación.

El semi-realismo introduce la distinción entre propiedades de detección y propiedades auxiliares con el fin de hacer más clara la idea de en qué elementos de las teorías un realista debería tener más confianza de creer que serán retenidos en un futuro.

Las propiedades de detección son las propiedades causales que uno ha logrado detectar. Las propiedades auxiliares son cualesquiera otras propiedades putativas que una teoría le atribuye a una entidad, proceso o evento inobservables.

Esta distinción tiene implicaciones epistémicas. Las propiedades de detección son las propiedades causales que uno conoce, i.e., las propiedades en cuya existencia uno razonablemente cree en virtud de nuestro contacto causal con el mundo. Mientras que el status ontológico de las propiedades de detección está determinado, el de las auxiliares es desconocido, ya que puede resultar que sean ficciones o propiedades causales conforme avanza la investigación científica. Una propiedad auxiliar es una propiedad atribuida por una teoría cuyo status ontológico no podemos determinar, dado que no tenemos razones suficientes. Las razones surgen en virtud del grado de manipulación o detección de las propiedades atribuidas por una teoría.

El estado de la investigación científica en un momento dado determina si una propiedad resulta ser una propiedad causal o auxiliar. Según el avance científico, algunas propiedades ahora consideradas como auxiliares podrían ser conservadas como tales, convertirse en propiedades de detección o desecharse completamente. Todas las propiedades de detección son propiedades causales. Detectar significa establecer un vínculo causal con la entidad, proceso o evento bajo investigación. Sin embargo, la atribución de propiedades auxiliares, no es concomitante respecto a su status ontológico. Un estadio posterior de la investigación científica nos podría permitir detectar las propiedades auxiliares. Si se logra esto, entonces se convertirían en propiedades de detección, de lo contrario, se descartan en su totalidad. No todas las propiedades atribuidas a una entidad, proceso o evento por una teoría son causales, hay otro tipo de ellas.

El semi-realista sostiene que brinda un criterio suficiente con el que un realista pueda establecer, dado un paso sucesivo de teorías, cuáles elementos son retenidos y por qué. Este criterio a primera vista parece no sufrir del problema de *"la racionalización post hoc"*, pues no sólo señala cuáles elementos han sido retenidos en el presente en virtud de su indispensabilidad en las teorías anteriores.

A partir de la demarcación entre propiedades de detección y auxiliares, si resulta ser que el contenido teórico que permanece con el cambio teórico es acerca de propiedades de detección y que el contenido teórico que se va o desecha concierne generalmente a propiedades auxiliares, entonces el realista tendría una base sistemática para una explicación del cambio teórico pasado y presente.

El semi-realismo sugiere a cualquiera que pretenda ser realista que crea en las relaciones entre propiedades de detección. La justificación en tal creencia radica en el grado de manipulación o contacto causal forjado con éstas. Asimismo, se sugiere que el realista sea agnóstico o escéptico respecto a las propiedades auxiliares, ya que carece de justificación al no haber vínculo causal alguno o uno muy endeble según el estadio de la investigación científica.

¿Cómo puede un realista, según el semi-realismo, identificar las estructuras concretas en las que vale la pena creer, i.e., tiene un alto valor de credibilidad? ¿Por qué precisamente estas estructuras probablemente sean retenidas conforme cambian las teorías?

Las estructuras concretas en las que un realista debe creer, según el semi-realismo, son aquellas que conciernen a relaciones entre propiedades de detección. Las propiedades de detección se relacionan con nuestros instrumentos y otros medios de detección a través de los procesos causales. Estos procesos son descritos en términos de ecuaciones matemáticas que son o pueden ser interpretadas como si describieran las relaciones entre las propiedades.

El semi-realismo afirma que se pueden identificar las propiedades de detección como aquellas que son necesarias para dar una interpretación mínima de este tipo de ecuaciones. Las estructuras en las que un realista NO debe creer son aquellas que no involucren relaciones entre propiedades de detección.

Cualquier cosa que exceda la interpretación mínima de una ecuación matemática, tales como la postulación del espacio absoluto por parte de Newton, entidad que poco o nada tiene que ver con la detección del movimiento de los cuerpos (o los efectos de las fuerzas aplicadas a él), es una interpretación de las ecuaciones que está completamente desconectadas o sólo indirectamente conectadas a las prácticas de detección.

Por lo tanto, según el semi-realismo las entidades que estén completamente alejadas a o indirectamente relacionadas con medios o instrumentos de detección van más allá de lo que se requiere mínimamente para dar sentido a las proposiciones y las ecuaciones que la teoría alberga en su seno y que funcionan para explicar (i.e., hacer predicciones, retrodicciones, etc.) el conjunto de hechos que la teoría, en este caso, la de Newton, explica o pretende explicar. El exceso es auxiliar.

En la siguiente sección, se verá en qué consiste, con un ejemplo, concreto dar una interpretación mínima de estructura, si suponemos que las ecuaciones brindan conocimiento, sin agotarlo, de manera resumida de la estructura de entidades, procesos y eventos.

Según el semi-realista, las descripciones acerca de las propiedades de detección y sus relaciones, identificadas al dar una interpretación mínima de las ecuaciones matemáticas insertas en las teorías, tienen un alto grado de probabilidad de ser retenidas en alguna u otra forma en teorías posteriores simplemente porque uno no puede omitirlas, i.e., sin éstas no tendrían sentido las ecuaciones. Las ecuaciones son necesarias para describir los comportamientos regulares de los detectores.

Si los realistas interpretan las ecuaciones en términos de estructuras concretas, entonces son éstas a las que se tiene el mejor acceso epistémico, pues éstas están vinculadas causalmente a los medios de detección existentes. Por lo tanto, no debe sorprender a nadie que las descripciones de las estructuras concretas, a las que se tiene mejor acceso epistémico, deban permanecer relativamente estables a través de los años y modificaciones sufridas por las teorías.

Si se quiere que una teoría conserve la capacidad para hacer predicciones decentes, entonces en la mayoría de los casos se deben retener estructuras específicas que tengan que ver con las propiedades de detección. En otras palabras, la capacidad de una teoría para dar buenas predicciones se relaciona con el hecho de que describe estructuras concretas en términos de relaciones entre propiedades de detección. Sin éstas últimas una estructura concreta muy probablemente no será retenida en el futuro.

El realista debe esperar retener sólo aquellas estructuras que se requieren para dar una interpretación mínima de las ecuaciones matemáticas empleadas para describir las prácticas bien establecidas de detección, interpretación, manipulación, etc. El hecho de que las teorías no sobrevivan en la forma en que se presentaron originalmente no quiere decir que se deba menospreciar el contenido auxiliar que presentaron, pues estos juegan un papel heurístico importante y completan las imágenes conceptuales de los fenómenos en cuestión.

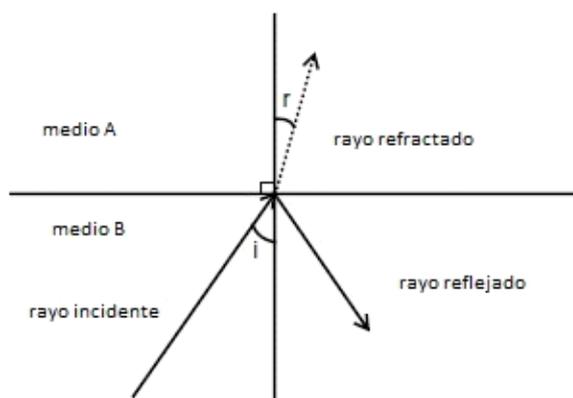
A partir de todo lo expuesto anteriormente es como el realista puede dar una respuesta anticipada a la pregunta de qué elementos serán retenidos y cuáles desechados en las teorías sucesivas, dadas las actuales. Por lo tanto, neutraliza la conclusión del Argumento de la Inducción Pesimista de que las teorías se quedan sin referente, pues ya se mostró que la

referencia tiene que ver con la capacidad de detectar propiedades y manipular objetos para detectar otros. De qué manera precisa se relacione la causalidad y la referencia es algo que requiere una reflexión ulterior que no es desarrollada por el semi-realismo.

6. EL SEMI-REALISMO Y LA INTERPRETACIÓN MÍNIMA DE ESTRUCTURA.

Considérese el ejemplo de la transición de las ecuaciones de Fresnel acerca de la luz a las de Maxwell dentro del marco del electromagnetismo. A partir de éste se pondrá en claro qué elementos son necesarios para interpretarlas mínimamente y cuáles no. Sólo aquellos que son indispensables para interpretar la ecuación son en los que uno debe creer con un alto grado de confianza, pues la ecuación resume una serie de relaciones entre las propiedades de detección.

Este conjunto de ecuaciones describen el comportamiento de la luz, considerada como una perturbación del tipo de onda, al relacionar las intensidades de la luz reflejada y refractada cuando un rayo pasa de un medio a otro que tiene una densidad óptica diferente. Esta relación es representada en la siguiente figura:



La imagen representa el paso de un rayo de luz ordinario sin polarizar de un medio con una densidad óptica determinada a otro con una densidad diferente. (Un rayo sin polarizar es aquel cuyas vibraciones de onda que son perpendiculares a su dirección de propagación carecen de una dirección uniforme, i.e, tienen varias). La polarización de dicho rayo es descompuesta en dos planos componentes, a ángulos rectos uno del otro. Uno de estos es el plano de incidencia y en él tenemos los rayos incidentes, reflejados y refractados. El otro plano componente es el polarizado en un plano a ángulos rectos del plano de incidencia. R, I y X representan las intensidades de los componentes polarizados incidentes, reflejados y

refractados en el plano de incidencia. R' , I' y X' representan las intensidades de los componentes polarizados a ángulos rectos del plano incidente. i y r representan los ángulos conformados por los rayos incidentes y refractados con una normal al plano de reflexión. (Véase el conjunto de ecuaciones en las páginas 22 y 23 nuevamente).

Propiedades tales como la intensidad, la dirección de propagación, etc. son requeridas con el fin de dar una interpretación mínima de esta ecuación. Estas propiedades de la luz son de primer orden o intrínsecas. Entidades como el éter o campo electromagnético que no juegan papel alguno para interpretar mínimamente las ecuaciones anteriores son entidades auxiliares. Éstas son incorporadas, según el semi-realismo, como aparatos heurísticos importantes ya que ayudan a rellenar las imágenes conceptuales que uno puede hacerse acerca de los fenómenos.

Cuando la luz está sujeta a determinadas formas de detección, argumenta el semi-realista, se manifiestan determinadas estructuras concretas. Aunque las teorías actuales de la luz la describen en términos de fotones, considerados como estados de excitación de un peculiar tipo de campo en contra posición a las ondas clásicas, la luz sigue igual de dispuesta a proporcionar detecciones de acuerdo a un comportamiento del tipo de onda como lo ha estado desde hace más de 200 años. En otras palabras, podrá cambiar la forma en que se describe un fenómeno, pero sigue teniendo algunas propiedades tales que hacen que se comporte de la manera en que lo hace, tales propiedades son causales.

El semi-realista no sólo identifica las partes de la teoría en que vale la pena creer con las que son conservadas, como lo han hecho versiones realistas anteriores, sino que también explica la razón por la cual se da esta correlación. La razón estriba en dar un criterio para identificar las partes en las que vale la pena creer con base en su valor epistémico.

En el momento en que los realistas determinan cuáles relaciones se requieren de forma mínima para interpretar las ecuaciones de una teoría en el contexto de la detección, identificando así las estructuras concretas, su creencia en ellas surge del hecho de que estas estructuras no pueden negarse si se acepta que la teoría es razonablemente exitosa en describir partes del mundo y sus relaciones con nuestros detectores.

Éstos son los aspectos de las teorías para las cuales uno tiene la mayor garantía epistémica, i.e., es muy probable que existan tal y como los describe la teoría, pues sin estos no se pueden

hacer predicciones, retrodicciones, etc. En el momento en que se identifican las propiedades de detección en cualquier teoría se tiene una razón anterior al cambio científico para creer que las descripciones de éstas serán retenidas de alguna forma en las teorías futuras.

Las teorías a menudo describen marcos causales bastantes generales y la porción de una teoría a la que un realista debería comprometerse podría estar embebida en un marco causal más amplio. Véase otra vez el caso de estudio de Fresnel-Maxwell.

A pesar de que Fresnel tuvo una visión particular de un marco causal general que involucra el comportamiento de la luz, no todo lo de esta concepción se requiere para dar una interpretación mínima de sus ecuaciones. Fresnel concibió a la luz como una perturbación en el éter, un medio sólido elástico, pero el semi-realista, dado un concepto nítido de estructura como estructura concreta, sale a señalar a cualquiera que antes de concebir a la luz de esa manera se eche un vistazo primero a las ecuaciones y se les interprete de manera mínima.

El semi-realista afirma que al examinar de manera cuidadosa las ecuaciones de la luz dadas por Fresnel uno encuentra una determinada descripción de la luz, i.e., ciertas propiedades atribuidas a la luz. De forma mínima, las variables que se encuentran en las ecuaciones simplemente representan amplitudes (intensidades) y ángulos (direcciones de propagación). Ahora bien, decir que estas intensidades y direcciones se dan dentro de un medio denominado éter es apelar a un marco causal más amplio e ir más lejos de la interpretación mínima de las ecuaciones.

Ir más lejos de la interpretación mínima trae como consecuencia el posible abandono general de muchas creencias tanto en las propiedades como en la existencia de las entidades postuladas por las teorías, abriendo así las puertas a la afirmación escéptica de que mucho o todo en lo que creíamos como verdadero de una teoría resultará ser falso.

Según la postura semi-realista, las variables que encontramos en una ecuación nombran propiedades y estas propiedades deben ser concebidas simplemente en términos de disposiciones para entrar en las meras relaciones de las propiedades descritas, en forma resumida, por estas ecuaciones.

En el caso de las ecuaciones de Fresnel, suponer que una dirección de propagación es ulteriormente una dirección en el éter es ir más lejos de lo que mínimamente se requiere para dar una interpretación de este conjunto particular de ecuaciones.

De manera análoga, en el caso de las ecuaciones de la mecánica de Newton, suponer que las aceleraciones son ulteriormente aceleraciones respecto al espacio absoluto, como Newton hizo al contemplar su segunda ley del movimiento, es ir más allá de lo que mínimamente se requiere para interpretar las relaciones entre las propiedades descritas por la expresión "F=ma".

Para el realista, creer en menos significa mayor garantía epistémica. El semi-realista de esta manera se compromete a las relaciones de intensidades, direcciones, masas, aceleraciones y demás, a la vez que permanece agnóstico o escéptico acerca de embellecimientos ulteriores, tales como el éter o el espacio absoluto.

La prescripción que da el semi-realista podría resultar difícil de seguir para algunos realistas debido a que recomienda abstenerse de sostener compromisos con algunas partes de las teorías que juegan papeles explicativos y a que los realistas tienen una gran predilección por la explicación.

Para Fresnel y otros teóricos, la historia causal relatada por sus ecuaciones es ipso facto parte de una historia causal que involucra el éter. El semi-realista pide una suspensión de creencia: en este caso se le pide a uno separar varios aspectos de la historia causal ampliada de la teoría de Fresnel y creer en sólo aquellos que no se pueden prescindir para dar una interpretación mínima de sus ecuaciones. Esto involucra separar aspectos de las teorías que por razones psicológicas, profesionales, teológicas u otras los científicos que desarrollan y emplean estas teorías tendrían dificultad para descartar.

De manera análoga, para Newton y otros, la historia causal contada por sus ecuaciones es ipso facto parte de una historia causal que involucra el espacio absoluto. Aquí el realista pide creer sólo en los aspectos imprescindibles para darle un sentido mínimo a las ecuaciones y suspender la creencia en aspectos de la historia causal ampliada de la teoría de Newton. Si bien, apelar a la existencia de un espacio absoluto da una explicación más completa de los movimientos de los cuerpos, no es necesaria para interpretar mínimamente las ecuaciones que los describen.

La receta que da el semi-realista para la interpretación mínima es simple y clara: comprométase sólo con las estructuras que se ha forjado algún contacto causal significativo y entiéndase las naturalezas de las propiedades de detección en términos de disposiciones para relacionarse con otras propiedades⁷⁴.

La interpretación mínima se logra cuando se considera a las variables que están en las ecuaciones describiendo tales fenómenos bien detectados como nombrando propiedades de entidades o procesos y cuando se conciben estas propiedades simplemente en términos de disposiciones para entrar en relaciones resumidas por estas ecuaciones.

Según el semi-realismo, cualquier dependencia sistemática entre propiedades de detección puede ser descrita matemáticamente, ya sea en términos de ecuaciones sencillas como la de Fresnel, relacionando las intensidades y las direcciones de incidencia, reflexión y refracción de los rayos de luz mediante distintos tipos de funciones. De manera general, no importa frente a qué ecuación esté, el realista tiene una base para una interpretación mínima de estructura.

7. EL SEMI-REALISMO Y LA TESIS DE LA IMPLICACIÓN MUTUA ENTRE ESTRUCTURAS Y PARTICULARES (ENTIDADES, EVENTOS Y PROCESOS)

El semi-realismo acepta que las propiedades de un particular y las relaciones entre las propiedades de un particular son cosas distintas. El conocimiento de una propiedad acerca de un inobservable y el conocimiento de al menos algunas de sus relaciones características no se pueden separar fácilmente.

El semi-realismo afirma que es imposible establecer una línea divisoria entre el conocimiento de la existencia de una entidad y el conocimiento de sus relaciones. Cuando se trata de inobservables, en sólo por medio de un conocimiento de sus relaciones que uno es capaz de detectarlos y manipularlos.

El autor de esta versión estructural del realismo científico es de la idea de que la identidad de una propiedad causal está determinada por las disposiciones que ésta confiere a los particulares que la tienen. Es decir, la disposición del agua a hervir a cuando ha alcanzado la temperatura de 100°C a una presión atmosférica de 1 atmósfera de se debe a que tiene propiedades "intrínsecas" tales como masa, sobre la que actúan fuerzas a nivel molecular.

⁷⁴ Chakravartty, 2007, p. 54

La postura semi-realista sugiere que los realistas conciban a las propiedades causales descritas en nuestras mejores teorías simplemente en términos de disposiciones para relaciones. El semi-realismo resalta el hecho epistémico de que sin importar los detalles específicos de las naturalezas de las propiedades, sólo mediante la obtención de algún conocimiento de las relaciones en las que las propiedades permanecen es que uno puede diseñar y llevar a cabo experimentos para detectarlas y manipularlas.

Siguiendo lo anterior, por ejemplo, sólo mediante la explotación de algún conocimiento de las relaciones de la propiedad de carga negativa uno es capaz de diseñar y construir instrumentos para detectar instancias de ella. De igual forma, sólo mediante la explotación de algún conocimiento de las relaciones de las propiedades de las células y sus contenidos, uno es capaz de manipular enzimas de manera tal que ocasionen grados deseados de procesos bioquímicos.

Cuando los realistas claman saber que una propiedad está instanciada, lo hacen porque las ciencias han provisto conocimiento suficiente (según ellos) de las relaciones en las que tal propiedad permanece, y por consiguiente de las relaciones de algunos particulares que la tienen, para volver tales afirmaciones susceptibles de ser probadas y ulteriormente convincentes. Al ser esto el caso, es inmediatamente claro que **un conocimiento de las propiedades causales implica un conocimiento de las estructuras concretas.**

Recuérdese que una estructura concreta es una relación entre propiedades causales –un tipo particular de relación entre tipos particulares de propiedades, familias de las cuales están descritas, de manera resumida, en las ecuaciones de las teorías. Las estructuras aprobadas por los realistas sofisticados conciernen a las relaciones causales que permiten la identificación de las propiedades. (Esto puede conducir a su vez a un conocimiento de otras cosas, tales como “leyes” y principios que resumen características de las relaciones causales.) La identificación de estas propiedades requiere algún conocimiento de sus relaciones causales. De esta manera, un conocimiento de las propiedades implica un conocimiento de las estructuras concretas.

Si conocemos las propiedades de detección de una entidad o proceso, entonces tenemos conocimiento de su estructura y viceversa. Por lo tanto, **se tiene conocimiento de las propiedades de detección de una entidad o proceso si y sólo si se tiene conocimiento de la estructura.**

A partir de que las propiedades causales son entendidas simplemente en términos de disposiciones para relaciones, el conocimiento de una estructura concreta determinada implica al menos algún conocimiento de las propiedades que permanecen en esa relación. Esto es porque las mismas naturalezas de estas propiedades son descritas, al menos parcialmente, en términos de disposiciones para la relación misma.

Por ejemplo, es parte de la naturaleza de la propiedad determinada, masa de 350 g, la cual es instanciada por una rebanada de pay de limón sobre el escritorio, que dispone a la rebanada a acelerarse hacia el piso, si alguien fuese tan descuidado como para tirarla. Por supuesto que esto no agota la naturaleza de la propiedad masa de 350g, la cual dispone a las cosas que la tienen a comportarse en todo tipo de maneras, de la manera resumida por varias ecuaciones teóricas que describen las relaciones de las masas con otras propiedades. Sin embargo, cualquier conocimiento de las estructuras concretas implica algún conocimiento, aunque sea parcial, de las propiedades cuyas relaciones componen esas estructuras.

Por lo tanto, el semi-realista concluye que un conocimiento de las propiedades causales implica un conocimiento de las estructuras concretas y viceversa. Esto es la piedra de toque del semi-realismo, y al grado de que esta posición representa un peldaño más arriba en la escalera evolutiva del realismo científico hasta hoy, es la piedra de toque para el realismo científico. Una vez concluido esto, el semi-realista hace notar que probablemente alguien señale que no se ha hablado de entidades, procesos o eventos para nada y que el realista sólo se comprometa a la existencia de propiedades y relaciones entre éstas.

Pero no todo son propiedades y relaciones entre propiedades, los particulares siguen teniendo un lugar importante en la ontología realista. La razón estriba en que las propiedades causales no están distribuidas meramente en forma aleatoria o flotando libremente a través del espacio y el tiempo, sino que se depositan en ellos. Con altos grados de regularidad, las propiedades coheren para formar unidades interesantes, y los hechos de esta coherencia son lo que uno etiqueta con el término de entidad, proceso o evento (particular). La naturaleza de tales agrupaciones de propiedades se discuten bajo el concepto de “tipos naturales”. Concepto que no se abordará aquí.

8. POSIBLES DIFICULTADES AL SEMI-REALISMO

A. Posible objeción al semi-realismo como una variante del realismo estructural.

Se podría afirmar que el semi-realismo no es una posición estructuralista cuando ésta niega que el realista debería separar un conocimiento de las relaciones y el relato de la manera en que lo propone el realismo estructural epistémico –hacer de lado las naturalezas intrínsecas para hablar acerca de relaciones entre cosas en el mundo y no de las cosas en sí mismas.

Si el semi-realismo permite obtener un conocimiento no sólo de las estructuras, sino también de las naturalezas y las relaciones causales, se podría pensar que esto es una reducción de la mera idea del estructuralismo. Al definir las estructuras en términos de relaciones entre propiedades de primer orden se debilita el componente estructuralista del semi-realismo al grado de convertirse en un realismo científico más abarcante en el que quepa cualquier propiedad, en contraposición a una forma de escepticismo selectivo acerca de las propiedades y entidades que encontramos en las teorías científicas.

Sin embargo, el semi-realismo no sugiere que se crea en todas las estructuras descritas por las teorías, las cuales se expresan regularmente a través de ecuaciones matemáticas, sino sólo en aquellas con las que se ha forjado un contacto causal significativo. El semi-realismo resulta efectivamente ser una posición escéptica selectiva cuando afirma que no todas las estructuras descritas por las teorías tienen el valor suficiente como para un compromiso realista. Un escéptico selectivo necesita saber cómo ser selectivo, y el semi-realismo establece la manera en que un realista debe serlo.

Por otro lado, el semi-realismo sigue la idea de G. Maxwell de que la causalidad debe considerarse como un aspecto importante de la estructura y por lo tanto se mueve en la dirección de lo concreto para dar un concepto de estructura que sea el adecuado para las pretensiones epistémicas del realismo científico, un conocimiento acerca de las propiedades intrínsecas de las entidades, procesos y eventos.

B. El semi-realismo y el problema de la referencia.

Por parte del semi-realismo no hay manera de asegurar que, conforme pasa el tiempo y las teorías son refinadas, el realista pueda referirse a las mismas propiedades y relaciones, i.e., estructuras concretas, a menos que se recurra al empleo de una teoría causal de la referencia tal que los enlaces entre el lenguaje y el mundo sean creados en los eventos de

nombramiento. Eventos en los que la fijación de un nombre esté causalmente vinculada con los ítems nombrados y los usos futuros de un término dado sean parasitarios al evento de nombramiento.

Tal teoría de la referencia no está desarrollada de manera cabal, entonces, al igual que otras posiciones realistas, cojea en el sentido de que no hay manera de asegurar que el término “masa” empleado ahora tenga el mismo referente en una teoría posterior o que podamos afirmar que “masa” en la teoría de Newton y “masa” en la teoría de Einstein sean una y la misma cosa.

Por otro lado, las teorías causales de la referencia son acusadas de convertir la referencia en una cuestión trivial. Por lo tanto, si el semi-realismo acepta una de éstas, según las cuales la referencia se fija mediante descripciones de algunas de las propiedades principales de la cosa a la que se hace referencia, las cuales son responsables de los procesos causales en virtud de los cuales la cosa es nombrada, corre el riesgo de afirmar que no hay posibilidad de que el realista se equivoque al comprometerse con las estructuras relevantes de una teoría determinada. (Cosa que es inaceptable, pues puede haber error y puede que la estructura relevante sea descubierta en un momento posterior como carente de referente).

Un realista, de cualquier tipo, debe rechazar la idea de que términos como “gen” empleados en la teoría de Mendel puedan tener referente, a pesar de que nada llamado así en la genética contemporánea se ajuste a la descripción que Mendel dio, debido al hecho de que en la teoría actual, las configuraciones de ADN y sus productos polipéptidos lleven a cabo el mismo papel causal que Mendel le atribuyó a los genes.

Para evitar que pasen casos como el anterior en la transición de teorías, en el que la referencia se convierte en algo trivial, el semi-realismo bosqueja el tipo de teoría de la referencia causal que debería estar acorde con él a partir del caso de transición de la teoría del flogisto de Stahl a la del oxígeno de Lavoisier⁷⁵.

En la primera, se explica la combustión, la calcinación y la respiración en términos de la pérdida de una sustancia incolora, inodora e insabora denominada “flogisto” que todos los objetos que sufrían estos procesos contenían. La segunda explica los mismos fenómenos en términos de absorción de oxígeno.

⁷⁵Chakravartty, 2007, p. 55

Hoy en día, la química actual niega la existencia del flogisto. Sin embargo, “aire desflogistizado” podría haber hecho referencia al oxígeno y no a aire carente de flogisto, concebido como una sustancia real. Una cosa es la verdad y otra la referencia, señala Chakravartty.

La referencia exitosa no requiere que la expresión que hace referencia sea verdadera respecto de su referente. Hay muchos casos en los que se hace referencia exitosa, pero se da una descripción incompleta o equivocada del referente.

De esta manera, se podría concluir que el realista puede estar feliz al decir que a menor grado de flogisto en el aire, mayor el grado en que es rico en oxígeno y viceversa, sin ninguna preocupación acerca de la referencia de estas expresiones. Cosa que el realista no puede aceptar y que conduce a que los realistas sean reacios a emplear teorías causales de la referencia.

Decir que Priestley estuvo hablando del oxígeno todo el tiempo, afirman algunos críticos, es trivializar la referencia. Hay un sentido, por supuesto, en el que Priestley estuvo hablando del oxígeno (si se asume que sus experimentos involucraban *inter alia* la presencia o ausencia de oxígeno de manera opuesta al flogisto), pero, según el semi-realismo, el realismo parecería ridículo si se dice que las afirmaciones concernientes al flogisto y el oxígeno son meras variantes lingüísticas o de notación.

El semi-realismo sostiene que no hay razón para identificar las descripciones de Priestley con las de Lavoiser. Esto porque a pesar de que algunos papeles causales descritos por sus teorías para el aire desflogistizado y el oxígeno sean las mismas, claramente no es el caso que las propiedades causales putativas del aire desflogistizado sean coextensivas con las del oxígeno.

El oxígeno tiene una composición química bien establecida y corroborada, pero el aire desflogistizado no. Combinaciones de distintos gases pueden carecer de flogisto y distintas combinaciones de gases tienen disposiciones radicalmente diferentes. Lo mismo no se puede decir acerca del oxígeno. Por lo que, claramente, se está lidiando con los meros conjuntos de propiedades de detección putativas.

Como consecuencia, como lo sugirió el semi-realista, el realista no debería aceptar la afirmación de que “aire desflogistizado” y “oxígeno” hacen referencia a la misma cosa. La claridad del entendimiento puede ayudar, por supuesto, para determinar que tales

expresiones no deberían ser consideradas como co-extensivas y así evitar caer en la trivialización de la referencia.

Ahora bien, recuérdese la segunda pregunta al final de la página 72 -si un semi-realista debe aceptar únicamente las propiedades y relaciones con las que la ciencia ha forjado un contacto causal significativo y el conocimiento de éstas se justifica por el conocimiento de las relaciones que puedan ser descritas mediante fórmulas matemáticas ¿qué pasa con las teorías científicas que están dentro de rubros en las que no encontramos tales formulaciones o descripciones en términos causales?

La respuesta plausible es que un semi-realista carece de justificación alguna para creer en las entidades que postulen teorías que no las describan en términos relacionales y ulteriormente causales. Por lo tanto, mucho del conocimiento que proviene de algunas áreas de la biología, la mayor parte de las ciencias sociales, las ciencias formales (tal vez en su totalidad) queda sin justificación y así no sería conocimiento.

Al afirmar lo anterior el semi-realismo no podría explicar la retención (si es que se ha dado o es una posibilidad de que se) de elementos teóricos entre una teoría que no tenga ecuaciones matemáticas en su seno, pues debido a que el semi-realista no puede tener razones para creer en aquellas entidades con las que no se ha forjado un contacto causal tenue o marcado, entonces no podría justificar la creencia en la existencia de las entidades meramente por el hecho de que fueron retenidas.

Ahora bien, aún en el caso de que haya razones para creer que una entidad existe y que tenemos conocimiento de ella, como el caso del éter, el cual fue descrito de manera matemática en su tiempo, no se sigue que una entidad caracterizada en tales términos vaya a ser mantenida con el cambio teórico. Por lo tanto, que una entidad sea o no caracterizada en términos causales no es garantía de que vaya a ser retenida en un determinado cambio teórico.

Asimismo el hecho de que una entidad no sea descrita en términos causales o que no participe activa o directamente en la dotación de sentido de alguna ecuación matemática, no es razón suficiente para desecharla o no creer en ella, pues puede que después sea caracterizada en términos causales y ser incorporada en alguna ecuación o tal vez no, puede que no tengamos la capacidad para detectarla y aún así, de hecho, exista.

III.9 CONSIDERACION FINAL

Para cerrar este capítulo vale la pena resaltar una serie de puntos importantes, sino es que los más importantes expuestos a lo largo de este capítulo con el fin de atar cabos antes de pasar a una revisión más detallada del concepto de estructura que emplea el semi-realismo y el realismo estructural en general en comparación con el estructuralismo en matemáticas.

El semi-realismo afirma que es posible conocer entidades o fenómenos inobservables. Tal conocimiento lo brindan el conjunto de enunciados de una teoría al atribuir ciertas propiedades a las entidades y fenómenos que postulan. También sostiene que se pueden conocer las relaciones que un conjunto de entidades y/o fenómenos guardan entre sí en virtud de las propiedades que poseen. Tal conocimiento está representado por el conjunto de ecuaciones que tiene una teoría científico donde se expresan relaciones cuantitativas entre diversas entidades.

Sólo estamos justificados en creer en la existencia y el conocimiento de aquellas entidades y/o fenómenos inobservables que una teoría postula siempre y cuando satisfacen dos requisitos: 1) se haya establecido un contacto causal significativo (desde la mera detección –poco significativo- hasta la manipulación –muy significativo- y 2) sean necesarios para dotar de un significado a las ecuaciones insertas en una teoría.

El semi-realismo entiende por estructura algo concreto. La definición de estructura propuesta incluye a las relaciones entre propiedades de primer orden como las causales y no sólo propiedades de estas relaciones. Así un realista estructural se compromete con la posibilidad del conocimiento de algunas propiedades intrínsecas o primarias de los inobservables y de algunas propiedades formales de las relaciones entre estas propiedades. No limita la posibilidad a la mera estructura entendida en sentido abstracto o formal como lo hizo la postura estructural de Worrall.

El hecho de considerar a las propiedades causales, por parte del semi-realismo, como intrínsecas o primarias a toda entidad o fenómeno inobservable es controversial y requiere de una buena argumentación para su justificación y fundamentación. Ahora bien, el semi-realista apela a la evidencia empírica que brindan varios casos en la física y la química para justificar la idea de que toda entidad o fenómeno tiene, en última instancia, propiedades causales intrínsecas a su naturaleza.

La división semi-realista entre elementos necesarios para dotar de significado a una ecuación y auxiliares resulta interesante. Según el semi-realismo, los últimos seguramente no serán retenidos en una teoría subsecuente, dado un cambio teórico. Y sabemos que estamos frente a ellos porque con tales elementos teóricos no se ha establecido contacto causal significativo. El escaso o nulo contacto causal explica porque no se han establecido relaciones cuantitativas entre ellos y otros elementos. Por lo tanto, los elementos necesarios para dar sentido a una ecuación dentro de una teoría determinada son y serán retenidos porque con éstos se ha establecido un contrato causal muy significativo (la manipulación) de tal forma que se han encontrado relaciones cuantitativas entre ellos expresadas en las ecuaciones de la teoría. Sólo vale la pena creer en la existencia de tales elementos y en las propiedades que la misma teoría les atribuye por este conjunto de razones entrelazadas.

El semi-realismo quiere es más ambicioso que el realismo estructural a la Worrall pues no sólo podemos conocer la estructura del mundo inobservable, sino también su naturaleza (al menos algunos aspectos).

Para el semi-realismo la continuidad o progreso entre teorías sucesivas se da tanto a nivel formal como a nivel de propiedades primarias. Es decir, afirma que no sólo se retienen o preservan ecuaciones entre una teoría y otra, sino también los elementos que hacen posible la expresión de las relaciones que guardan entre sí de manera sintetizada por las ecuaciones.

El semi-realismo no sólo explica la razón por la cual son retenidos determinados elementos de una teoría a otra, sino que es osado al afirmar que también predecirá cuáles serán retenidos dados el criterio de la importancia que juegan para interpretar una ecuación fundamentado en el grado de contacto causal que se ha establecido con ellos.

Hacer predicciones puede ser visto como bueno o malo. Bueno porque, de ser cierta, tendríamos una base o criterio sólido para determinar antes de cualquier teoría sucesora posible qué elementos se retendrán y así sostenerla idea de que, pase lo que pase, hay continuidad entre teorías y esto es indicio de un avance o progreso en el conocimiento científico. Malo porque con el simple hecho de que haya un caso o varios en los que haya elementos de una teoría que satisfagan los requisitos impuestos por el semi-realismo para ser retenidos y no sean preservados echaría a la borda todo este entrelazado fino mostrando claramente su falsedad o más bien su aplicabilidad abriendo de nuevo la puerta al

escepticismo respecto a la aproximación a la verdad de las teorías y el conocimiento del mundo inobservable.

Una deficiencia seria que tiene esta postura es el problema con la referencia. No hay manera de corroborar que un término o un elemento necesario para dar sentido a una ecuación dentro de una teoría determinada, una vez preservado entre una teoría y otra, se refiera a lo mismo y/o que las propiedades atribuidas a estos se refieran a lo mismo, pues aunque los términos permanecen, muchas veces son redefinidos a grado tal que no se puede decir que se refieren a lo mismo. (En este tenor hay una crítica muy buena expuesta en el último capítulo)

CAPÍTULO IV. LECCIONES DESDE EL ESTRUCTURALISMO MATEMÁTICO

En esta sección intento complementar algunos aspectos del realismo estructural en general (esto incluye obviamente al semi-realismo, pues es una postura estructural) a partir de la revisión de la postura estructuralista en matemáticas. Considero provechoso echar un vistazo al estructuralismo matemático para ver la manera en qué se definen conceptos como: estructura, relaciones, objeto y aspecto formal y concreto, por mencionar algunos.

Recuérdese que el realismo estructural sostiene que podemos conocer sólo el aspecto estructural formal del mundo inobservable (conjunto de entidades que no podemos percibir, pero sí detectar mediante aparatos o medios distintos a nuestro sentidos). Cuando se examina esta tesis de manera cuidadosa surgen preguntas como ¿en qué consiste el aspecto estructural del mundo inobservable? Algunos sostienen que consiste en las relaciones entre propiedades formales que guardan estos objetos entre sí, por consiguiente, podemos preguntar ¿qué es una relación formal y una concreta? ¿Son las relaciones lo único que podemos conocer? ¿Qué tipo de relaciones? ¿Sólo las abstractas o formales? ¿Qué pasa con otro tipo de relaciones como las concretas?

Dentro del realismo estructural, de manera análoga que en el estructuralismo matemático, surge una postura radical eliminativa que propugna que se deben eliminar los objetos del marco ontológico básico y adoptar un marco donde meramente se haga referencia a estructuras, pues en última instancia es todo lo que existe. Por lo tanto, queda la inquietud ¿realmente podemos eliminar a los objetos? Hay defensores del realismo estructural, tanto dentro del realismo científico como en la filosofía de las matemáticas, que propugnan que la noción de objeto aún es indispensable.

Estas preguntas son las que a lo largo de esta sección se intentan examinar y tratar de responder de manera clara y precisa sin pretender ser exhaustivos ni concluyentes a partir del estructuralismo matemático desarrollado por Shapiro en su obra "Philosophy of mathematics –structure and ontology"⁷⁶ así como del trabajo elaborado por Parsons en "Structures and Metaphysics"⁷⁷

⁷⁶ Shapiro, 1990.

⁷⁷ Parsons, 2004.

1. SISTEMA VS ESTRUCTURA

Veamos antes que cualquier otra cosa en qué consiste una estructura y un sistema, pues antes de entrar en discusión alguna sobre si hay estructuras o no, de qué forma las podemos conocer, cuántos tipos hay, etc. debe quedar lo suficientemente claro qué es una estructura.

Según Shapiro⁷⁸, un **sistema** es una colección de objetos que guardan determinadas relaciones entre sí. Los elementos de los sistemas están dentro del reino de lo concreto (objetos físicos, tangibles) Por ejemplo, una *familia extendida* es un **sistema de personas** con relaciones de sangre y maritales; una *configuración de ajedrez* es un **sistema de piezas** con relaciones espaciales y de movimientos posibles determinados; una *sinfonía* es un **sistema de tonos** con relaciones temporales y armónicas; y una *defensa de béisbol* es un **sistema de personas** con relaciones espaciales en el campo y de papel defensivo.

Por otro lado, una **estructura** es la *forma abstracta de un sistema* que hace *énfasis en las interrelaciones entre los objetos del sistema* y pasa de largo cualquiera de sus características o propiedades que no afecten la manera en que se relacionan con otros objetos dentro del sistema. Una **estructura** es un **patrón**, *la forma de un sistema*. Las estructuras están dentro del reino de lo formal (objetos abstracto, no tangibles) Una estructura es de uno-a-varias porque la misma estructura puede ser ejemplificada por más de un sistema. Un sistema, a su vez, es una colección de objetos que guardan determinadas relaciones entre sí. Por ende, la estructura es a estructurado como patrón es a patronizado, como universal es a particular subsumido, como tipo es a signo.

Una vez que se tiene claro en qué sentido una estructura es algo abstracto y en qué sentido representa a algo concreto- los sistemas-, entonces se puede interpretar la tesis epistémica del realismo estructural de la siguiente manera: sólo podemos conocer las formas abstractas de los sistemas que hacen énfasis en las interrelaciones entre los objetos del sistema y en las características o propiedades que afectan la manera en que se interrelacionan.

A partir de lo anterior, parece que cualquier postura realista estructural debe presuponer los siguientes puntos: 1) la existencia de sistemas, 2) la existencia de objetos que conformen

⁷⁸ Shapiro, 1990.

sistemas y 3) propiedades intrínsecas que posibilitan las interrelaciones entre los elementos del sistema.

El semi-realismo, recuérdese, apela a la posibilidad de conocer lo concreto acerca de los inobservables y acepta la existencia de objetos, procesos y eventos. Asimismo, al apelar al conocimiento de lo concreto, afirma que las relaciones entre los elementos de un sistema se dan gracias a que los elementos poseen determinadas propiedades que los impelen a relacionarse con propiedades de entidades del mismo tipo. Estas propiedades son intrínsecas y se denominan de detección. Estas propiedades de detección son las que permiten que determinadas entidades, procesos o eventos se interrelacionen de formas diversas.

Por lo tanto, el semi-realismo es un tipo de estructuralismo acorde con lo expuesto anteriormente cuando hace énfasis en las características o propiedades que afectan la manera en que se relacionan los elementos de un sistema para poder abstraerlo y llegar al conocimiento de su estructura. Sin embargo, el semi-realista nunca habla de sistemas de manera explícita y mucho menos sugiere que uno crea, como realista, la existencia de sistemas como una categoría ontológica propia, de la forma que acepta la existencia de entidades, procesos o eventos.

Recuérdese que el semi-realismo considera que hablar de estructuras en muchos ámbitos es una mera forma metalingüística de hablar y que estructura debe ser entendido en términos “concretos” y no formales, a pesar de que por sí misma, una estructura ya es algo abstracto, pues al hablar ya de estructuras estamos en el ámbito abstracto, en el ámbito de la forma de un sistema, si somos rigurosos y seguimos la distinción mencionada al inicio.

Dentro del ámbito de lo abstracto, las estructuras, se pueden conocer aspectos concretos de los elementos que conforman un sistema: propiedades primarias, intrínsecas que posibilitan las relaciones que son expresadas mediante ecuaciones –las propiedades de detección, según el semi-realismo. El conocimiento de lo concreto se refiere a que en virtud del conocimiento de que las entidades poseen determinadas propiedades para relacionarse entre sí, las de detección, es que podemos conocer su estructura.

Recuérdese que el semi-realismo exhorta al realista de tipo estructural a no limitarse al conocimiento de estructuras formales, sino concretas. En qué consisten este tipo de estructuras, es algo que se menciona en la siguiente sección.

Cabe señalar antes que lo concreto, las propiedades de detección, es necesario para llegar a lo abstracto, la forma del sistema, la estructura, en este caso una estructura concreta, pues se apelan a propiedades físicas.

Si o no los sistemas deberían tener una categoría ontológica propia debería ser debatido en el marco de las discusiones del realismo estructural. Tal vez todo sea cuestión del nivel de descripción, pues un objeto puede ser, bajo cierto nivel de descripción, considerado como un sistema y bajo otro, sea considerado como un elemento de un sistema que incluye otros elementos similares, conduciendo así a una reticencia en cuanto a aceptar a los sistemas y a sus representaciones abstractas (estructuras) como categorías ontológicas con derecho propio. El marco ontológico de objetos debería incluir a los sistemas como una parte de éstos.

2. ESTRUCTURA CONCRETA VS ESTRUCTURA ABSTRACTA

Después de haber expuesto en qué consiste una estructura y su relación con los sistemas, así como dejar claro en qué consiste este último, se examinan los tipos de estructuras que podemos definir dado el tipo de propiedades de los elementos de un sistema que se toman en cuenta para poder representar la forma abstracta del sistema: la estructura.

Siguiendo las líneas de exposición de la postura semi-realista, recuérdese que el realismo científico debe aspirar al conocimiento de lo concreto. Por lo tanto, el realismo científico del tipo estructural debe emplear en vez de estructuras formales o abstractas, estructura concretas.

Por otro lado, desde el punto de vista del estructuralismo matemático a la Shapiro, tenemos que así como hay estructuras formales, que son objeto de estudio de la matemática, también hay estructuras concretas y es pertinente distinguirlas. Esto conduce a una breve reformulación de lo que es 1) una **estructura concreta** y 2) una **estructura abstracta**.

Una **estructura concreta** está conformada por relaciones concretas (no-formales). Una relación concreta (no-formal) es una relación entre las propiedades de primer orden de los elementos

de un sistema⁷⁹. Una relación concreta es una relación en la que se involucran magnitudes físicas como el peso o la distancia, propiedades personales como la edad o la inteligencia, etc.⁸⁰ Ejemplos de estructuras concretas serían los siguientes: una defensa de béisbol, una formación ofensiva o defensiva de fútbol americano, una formación de fútbol soccer. En todas éstas la distancia entre sus elementos es tomada en consideración. Una defensa de béisbol, por ejemplo, tiene como requisito implícito que los jugadores guarden una determinada distancia entre sí para ser considerada como tal⁸¹.

Una **estructura abstracta** o formal está conformada por relaciones abstractas (formales). Una relación formal es una relación entre propiedades formales. Sólo los objetos matemáticos y lógicos tienen este tipo de propiedades. Las propiedades formales no son propiedades primarias, sino de orden mayor. Cuando hablamos de las propiedades de una estructura concreta, éstas no pueden ser más que formales, por ejemplo, pues ya son propiedades de relaciones entre propiedades de primer orden⁸². Una relación es formal si puede ser definida en su totalidad empleando solamente términos lógicos y de los otros objetos y relaciones del sistema⁸³. Ejemplos de estructuras formales serían los siguientes: la estructura del espacio euclidiano, la estructura de los números naturales, reales, etc. En todas éstas no se involucran magnitudes físicas ni propiedades particulares de los elementos del sistema.

A partir de las definiciones anteriores, se puede afirmar que, de acuerdo al semi-realismo, por un lado y al estructuralismo matemático a la Shapiro, por el otro, respectivamente, el objeto de estudio de las ciencias empíricas son las estructuras concretas, mientras que el de las ciencias formales (lógica y matemáticas) son las estructuras abstractas.

Ahora bien, considero, primero, que si queremos un realismo que se ajuste a todas las ciencias, tanto las formales como las empíricas, entonces debería ser llamado "científico". Segundo, un realismo científico estructural, debería abarcar tanto la posibilidad del conocimiento de estructuras abstractas, estructuras que encontramos en la matemática, como

⁷⁹ Chakravartty, 2007.

⁸⁰ Shapiro, 1990.

⁸¹ Idem.

⁸² Chakravartty, 2007.

⁸³ Shapiro, 1990.

la posibilidad del conocimiento de estructuras concretas, estructuras que encontramos en las ciencias empíricas.

El semi-realismo es una posición que intenta asegurar la posibilidad no sólo del conocimiento de las estructuras formales y por consiguiente de las relaciones entre propiedades formales, propiedades de segundo orden, i.e., propiedades definidas mediante puros términos lógicos y/o en términos de los otros objetos y relaciones de un sistema, sino también del conocimiento de las estructuras concretas y por consiguiente de las relaciones entre propiedades de primer orden, en especial de las propiedades de detección.

Esta posición es complementada con una postura escéptica respecto a todas las estructuras concretas, pues recomienda que un realista deposite su confianza sólo en aquellas estructuras concretas que son expresadas mediante ecuaciones en virtud de las relaciones entre las propiedades causales de los objetos en cuestión que se han podido determinar de manera empírica gracias a la capacidad de manipulación o detección de estas propiedades que hemos desarrollada con aparatos u otros medios.

Gracias a esta actitud escéptica el semi-realismo puede asegurar que es probable que sólo este tipo de estructuras sean retenidas con el paso del tiempo y el desarrollo de nuevas teorías. Sin embargo, esta actitud escéptica conduce a que un semi-realista no debería depositar su confianza en objetos con los que no hemos forjado un contacto causal significativo, es decir, un contacto tal que pueda ser expresado en alguna ecuación o relación bien determinada entre otras propiedades causales de otras entidades.

Por lo tanto, un semi-realista no debería creer en los objetos de las ciencias formales, tales como en las estructuras formales, i.e., no está justificado en creer en la existencia de objetos lógico-matemáticos debido a que no tienen propiedades causales, y por ende tampoco está justificado en creer que tienen las propiedades formales que determinada teoría les atribuya.

Esta actitud escéptica del semi-realismo posibilita una respuesta satisfactoria al desafío anti-realista presentado por el Argumento de la Inducción Pesimista, pues al limitar la creencia en los objetos que posiblemente serán retenidos y dar el criterio y las razones por las que serán retenidos bloquea la idea de que hay un cambio radical entre teorías sucesivas dentro de un campo del conocimiento determinado. Y así la inducción pesimista de que todo lo que las teorías anteriores decían es ahora falso y que no hay continuidad entre lo que postulan las teorías como existente. El precio a pagar, sin embargo, es la incapacidad para asegurar la

existencia y el conocimiento de los objetos matemáticos y lógicos en virtud de su falta de propiedades causales.

En mi opinión, debería ser refinada aún más la posición defendida semi-realista, para no sólo admitir la posibilidad del conocimiento de estructuras formales, sino asegurar de alguna manera que podemos tener un grado de confianza, por mínimo que sea de que tales cosas existen y qué conocemos algunas de sus propiedades. En otras palabras, el semi-realismo si quiere ser considerado un tipo de realismo científico del tipo estructural debería hacer además de todo lo que ya hace, no dejar fuera de su compromiso de creencia y de justificación del conocimiento a las estructuras formales, sólo por el hecho de carecer de propiedades causales.

3. EL POSIBLE STATUS ONTOLÓGICO DE LAS ESTRUCTURAS PARA UNA POSICIÓN REALISTA ESTRUCTURAL.

Una vez que hemos clarificado desde el punto de vista del estructuralismo matemático en qué consiste una estructura abstracta, así como una concreta y cuáles son objeto de estudio de las ciencias empíricas y cómo se relacionan éstas con la postura estructuralista defendida por el semi-realismo, es pertinente examinar el status ontológico que se les otorga desde el estructuralismo matemático y la manera en que se discute esto con el fin de encontrar algunas relaciones con o clarificaciones provechosas para el semi-realismo.

Los defensores del estructuralismo en matemáticas disputan el tipo de status ontológico que se les debería otorgar a las estructuras. Shapiro⁸⁴ defiende la idea de que las estructuras son anteriores a e independientes de la existencia de los sistemas que puedan ejemplificarlas. La postura que defiende esta idea se denomina “estructuralismo ante-rem” La idea defendida por esta posición es similar a la sostenida por Platón en cuanto al status ontológico de los universales.

Debido a que esta posición es considerada como la menos problemática, aunque no quiere decir que no tenga sus dificultades, podría ser trasladada al ámbito del realismo científico estructural. Si alguien pregunta al realista estructural ¿qué tipo de status tienen las estructuras? La respuesta que se le podría dar es que existen de manera independiente a nuestras mentes y a la capacidad de reconocerlas que pueden ser abstractas o concretas. Las primeras son abstracciones de sistemas conformados por objetos formales, las segunda son

⁸⁴ Shapiro, 1990.

abstracciones de sistemas conformados por objetos concretos. De la misma manera que el estructuralismo matemático, no importa si hay objetos concretos u abstractos que ejemplifiquen una determinada estructura concreta u abstracta, éstas existen por sí mismas.

Sin embargo, afirmar que las estructuras concretas son anteriores a los objetos físicos es criticable, pues primero reconocemos objetos y posteriormente reconocemos las relaciones que guardan entre sí. Tal vez no seamos capaces de reconocer que un objeto x forma parte de un sistema, pero eso no es suficiente para asegurar que primero fue el objeto y después la estructura.

Según el estructuralismo matemático, un objeto formal (tal como un número natural) es un lugar en la estructura (la estructura de los números naturales). Por lo que resultaría tentador afirmar, de manera análoga, que un objeto concreto (tal como un electrón) es un lugar en una estructura concreta (la estructura del átomo). Cabe señalar que este tipo de estructuralismo no es eliminativo, i.e., no elimina los objetos. Los objetos siguen teniendo un papel importante dentro de un marco ontológico de estructuras, un marco que supone el realista estructural que está dado.

En el caso particular del estructuralismo matemático, Shapiro considera que una postura estructuralista satisfactoria debe responder si y en qué sentido existen las estructuras de manera independiente de los sistemas que las ejemplifican. ¿Es razonable hablar de la estructura de los números naturales, la estructura de los números reales o de la jerarquía de la teoría de conjuntos en la remota posibilidad de que no haya sistemas que ejemplifiquen estas estructuras? Parece ser que sí.

Sin embargo, para Parsons, otro defensor del estructuralismo matemático, las estructuras no deben ser entendidas como un tipo de objeto distintivo. Según Parsons, especificar una estructura significa dar un predicado para el dominio y los predicados adicionales y funtores, junto con ciertas condiciones que los involucran. Esta es la noción más fundamental de estructura para los propósitos estructuralistas. El resultado es que la plática de estructuras es meta-lingüística. No importa mucho la manera en que, en esta forma, se explica exactamente la referencia a las estructuras como entidades. Cuando mucho requiere ser en vez de eso una plática informal meta-lingüística.

En el caso particular del realismo estructural, considero que podemos seguir suponiendo la existencia de objetos, así como de estructuras concretas y abstractas. La manera en que se

definen objeto, sistema y estructura en el estructuralismo matemático puede ser trasladada al realismo estructural para dar cuenta del status ontológico de objetos y estructuras de una manera que convivan en el mismo marco y no se promueva la eliminación de alguna de los dos.

Si queremos seguir sosteniendo un marco ontológico de puros objetos, podría el realista científico afirmar que hablar de estructuras es algo puramente meta-lingüístico y no existen realmente. Sin embargo, considero pertinente adoptar un marco ontológico similar al del estructuralismo matemático, en donde objetos y estructuras tengan un status ontológico propio, donde tal vez las estructuras sean anteriores a los objetos. Esta última cuestión problemática sin lugar a duda, pero que si se presupone nos da la ganancia de la posibilidad de siempre salir a la búsqueda empírica de las relaciones que guarda una entidad o fenómeno con otros, revelando así sistemas más complejos y sus propiedades.

4. EL POSIBLE CRITERIO PARA DIFERENCIAR UNA ESTRUCTURA DE OTRA.

Hay una tesis muy trillada debido a Quine que dice que sin criterio de identidad no se puede hablar de entidad. Esto quiere decir que si se sostiene que hay objetos o estructuras, o cualquier otra entidad, debe haber un criterio mediante el cual se puede determinar cuando hablamos de objetos distintos y cuando es el mismo. Si no podemos dar tal criterio, entonces no estamos justificados en sostener que hay objetos o estructuras, etc. Por lo tanto, cualquier postura estructuralista requiere de un criterio de identidad entre estructuras.

En el ámbito de las matemáticas tenemos dos criterios que pueden dar cuenta de cuando estamos frente a una misma estructura, o en otras palabras, cuando dos sistemas ejemplifican la “misma estructura” y cuando no: el *isomorfismo* y la *equivalencia*.

La primera es una noción matemática común y respetable. Se dice que dos sistemas son isomorfos cuando se puede definir una función de correspondencia uno-a-uno entre los objetos y las relaciones de un sistema a los objetos y relaciones de otro de manera tal que se preserven todas sus relaciones. Supóngase, por ejemplo, que el primer sistema tiene una relación binaria R . Si f es la correspondencia, entonces $f(R)$ es una relación binaria del segundo sistema y, para cualesquiera objetos m, n del primer sistema, R se mantiene entre m y n en el primer sistema si y sólo si $f(R)$ se mantiene entre $f(m)$ y $f(n)$ en el segundo sistema. De manera informal, se dice a veces que el isomorfismo “preserva la estructura”.

El **isomorfismo** es muy refinado para los propósitos actuales de dar una noción de identidad entre estructuras. De manera intuitiva, se podría decir que los números naturales con la adición y la multiplicación ejemplifican la misma estructura como los números naturales con la adición, la multiplicación y la relación “menos-que”. Sin embargo, los sistemas no son isomorfos, porque tienen conjuntos distintos de relaciones. El primero no tiene relación binaria para corresponder con la relación de menos-que, a pesar de que la relación es definible en términos de la adición: $x < y$ si y sólo si $\exists z (z \neq 0 \ \& \ x + z = y)$. No hay algo nuevo en el sistema “más rico”. De manera similar se diría que las distintas formulaciones de la geometría euclidiana plana con primitivas diferentes, todas ejemplifican la misma estructura.

La **equivalencia** es un criterio acuñado por Resnik⁸⁵. Esta noción denominada “equivalencia” es menos refinada que la de isomorfismo. Primero, sea R un sistema y P un subsistema. Definase P como un subsistema completo de R si tienen los mismos objetos (i.e., cada objeto de R es un objeto de P) y si cada relación de R puede ser definida en términos de las relaciones de P . De esta manera los números naturales con la adición y la multiplicación son un subsistema completo de los números naturales bajo la adición, multiplicación y el “menos-que”. Sean M y N sistemas. Defínase M y N siendo equivalentes en estructura o simplemente equivalentes, si hay un sistema R tal que M y N sean isomorfos a los subsistemas completos de R . La equivalencia es un buen candidato para “igualdad de estructura” entre los sistemas.

Ninguna de las dos definiciones deja la cuestión resuelta de manera definitiva en el ámbito de las matemáticas. Si esto sucede así, entonces también tendríamos problemas para llevarlo al ámbito del realismo estructural. El defensor del semi-realismo, Anjan Chakravartty hace notar el criterio de identidad de estructuras propuesto por Russell conduce a la dificultad de que, como se habla solamente de estructuras abstractas en las que no importa las propiedades de los elementos que la ejemplifican, se obtiene conocimiento acerca de la cardinalidad de estructuras y nada acerca de propiedades intrínsecas de los elementos del sistema que ejemplifican una estructura. Por lo tanto, esto convertiría a la investigación empírica en algo superfluo e innecesario, pues si sólo podemos tener conocimiento de lo abstracto, entonces ¿para qué emprender investigaciones acerca de lo concreto?

En conclusión, el semi-realista no puede hacer uso de los criterios formales para determinar cuando estamos frente a una y la misma estructura concreta o una distinta. Se requiere un

⁸⁵ Resnik, 1981.

criterio que involucre propiedades concretas de los objetos de un sistema para definir si es la misma estructura concreta u otra. Recuérdese que el semi-realista propone un criterio de identidad para estructuras concretas: dados dos conjuntos α y β y sus respectivas relaciones R y S , sólo si son del mismo tipo tanto los elementos del conjunto como sus relaciones y las relaciones son las mismas, entonces tienen una y la misma estructura. Aquí cabe recordar que el criterio de identidad de Russell afirma que dados dos conjuntos α y β y sus respectivas relaciones R y S , tienen la misma estructura si y sólo si las relaciones son las mismas sin importar si son del mismo tipo los elementos del conjunto.

Considero que, el realismo científico de tipo estructural, requiere un criterio de identidad para estructuras concretas y otro para estructuras abstractas o uno que aplique para ambos tipos de estructuras. Por lo que hasta ahora se ha visto, un realismo científico que pretenda aplicar a todas las ciencias debería incluir a las estructuras formales y a las concretas y sus respectivos criterios de identidad. Podríamos emplear el isomorfismo de manera general y refinarlo para el caso de las estructuras concretas. Sin embargo, en general, los criterios de identidad para las estructuras no dejan de ser problemáticos.

5. ¿EN QUÉ CONSISTEN LOS OBJETOS CONCRETOS Y LOS FORMALES (MATEMÁTICOS)?

Para Resnik, los objetos matemáticos consisten en puntos que carecen de estructura pero que están posicionados en una estructura. Al ser concebidos como posiciones en una estructura, los objetos matemáticos carecen de identidad o propiedades fuera de una estructura. ¿Podría ser trasladado tal definición para los objetos concretos? Si esto fuera así, tendríamos que objetos tales como la mano tienen una posición en la estructura del cuerpo humano, de la misma manera que los dedos ocupan un lugar en la estructura de la mano y así sucesivamente.

Sin embargo, es criticable que un dedo o una mano respecto a las estructuras concretas de mano y cuerpo, respectivamente, carezcan de estructura o de identidad fuera de la estructura a la que se apela. Esto sería relativo, a mi parecer, al nivel de descripción que estemos hablando. La mano puede ser concebida como un objeto que tiene un lugar en la estructura del cuerpo humano en un nivel de descripción determinado, mientras que la mano puede ser considerada como una estructura y un dedo como un lugar en tal estructura en otro nivel de descripción distinto, donde pretendamos dar una descripción de las propiedades y relaciones de los dedos y no de las manos respecto a los demás elementos de la estructura del cuerpo.

Debido a que cada objeto matemático es un lugar en una estructura determinada, se tiene una cierta prioridad ontológica de las estructuras por encima de los objetos matemáticos, sostienen los estructuralistas no-eliminativos y ante-rem, tales como Shapiro. Esto lo encuentro muy criticable por las razones arriba mencionadas, tanto para objetos concretos como abstractos. Shapiro afirma que los objetos no existen, a menos que haya una estructura que los contenga. Esto es de manera similar en la que cualquier organización es anterior a las oficinas que la constituyen⁸⁶.

Sin embargo, ¿No podría ser al revés? Que más bien sin objetos no pueda haber estructura alguna, pues primero nos percatamos de que hay objetos y luego de que éstos guardan relaciones. En el caso de las oficinas de una organización, puede ser que existiese una oficina determinada aislada, a primera vista, pero que luego resulte, examinada más de cerca, ser parte de una organización. Pero no queda claro cómo es que un “short-stop” sea posterior a la defensa de béisbol, pues comúnmente pensamos en el jugador como una persona independiente del papel que juega en determinados contextos y que tiene existencia independiente de algunos de ellos, tal vez no de todos.

Sin embargo, para los estructuralistas matemáticos no-eliminativo como Shapiro, si no hubiese gobierno de México, no tendríamos presidente. Es en este sentido en el que se afirma que una estructura tiene una prioridad ontológica sobre cualquier objeto que ocupe un lugar en la misma. Siguiendo este mismo sentido tenemos que sin estructura de los números naturales, no tendríamos un número cualquiera, por ejemplo, el 2.

Habría que buscar aún más ejemplos que se presten para ser usados bajo esta forma de ver las cosas o manera de hablar acerca de estructuras y objetos. Ahora bien, aunque se pudiese reformular cualquier cosa en tales términos, no hay que concluir que los referentes de estos términos realmente están allí físicamente, es decir, que las estructuras existen de manera autónoma o anterior a objetos.

⁸⁶ Shapiro, 1999.

6. EL CRITERIO DE IDENTIDAD QUE EL ESTRUCTURALISMO MATEMÁTICO BRINDA PARA LOS OBJETOS ABSTRACTOS TALES COMO LOS NÚMEROS Y SU POSIBLE EXTRAPOLACIÓN A LOS OBJETOS CONCRETOS.

Bajo la perspectiva estructuralista no-eliminativa y ante-rem en las matemáticas se afirma que la identidad sólo está definida para objetos que residen dentro de una y la misma estructura. No se puede preguntar por la identidad de dos o más objetos que pertenezcan a estructuras distintas. Cabe señalar que este criterio presupone que ya tenemos un criterio muy bien establecido para determinar si una estructura es la misma o diferente. Esto, como acabamos de ver, es lo de lo que carecen las posturas estructurales que hablan en términos de estructuras formales. ¿Cómo puedo distinguir entre dos estructuras si carezco de un criterio de identidad satisfactorio? Si no lo he logrado distinguir, entonces no podría aplicar el criterio de identidad para objetos. Pero a pesar de no tener el criterio bien establecido, parece ser, que de hecho, sí podemos distinguir entre distintas estructuras y distintos objetos de manera ostensiva, ya sea para objetos abstractos o concretos.

La identidad entre números naturales sí está definida, dicen los defensores de la postura mencionada anteriormente, pero la identidad entre números naturales y otros tipos de objetos, como los concretos u formales de otra índole, no lo está. Si lo trasladamos al ámbito de lo concreto, podríamos decir que la identidad entre manos y otras partes del cuerpo sí está definida. Por ejemplo, por definición, una mano y un pie no son lo mismo. La definición de la identidad entre estos miembros se debe a que pertenecen al conjunto de las partes del cuerpo. Lo que carecería de sentido es preguntar por la identidad de mano con procesador, pues ya no pertenecen al mismo patrón. Shapiro afirma, por ejemplo, que el criterio de identidad que aplica para objetos abstractos también puede aplicarse a objetos concretos así como está cuando dice que la posición “short-stop” por definición no es la misma que la posición “cácher” de la misma manera que “alfil de la reina negra” por definición no es la misma que la posición “alfil de la reina blanca”. Pero no está definido si “short-stop” es lo mismo que “alfil de reina blanca” pues no pertenecen a la misma estructura.

Hay condiciones de individuación entre los números naturales, porque al ser elementos de la estructura de los números naturales se encuentran dentro de la misma categoría general. De la misma manera, hay condiciones de individuación entre las partes del cuerpo, ya que al ser

elementos de la estructura del cuerpo humano residen dentro de la misma categoría general. En otras palabras, sólo hay condiciones de individuación entre los objetos contenidos dentro de una misma estructura, ya sea abstracta o concreta, porque éstos se encuentran dentro de la misma categoría general.

7. LA MANERA EN QUE APREHENDAMOS ESTRUCTURAS SEGÚN EL ESTRUCTURALISMO MATEMÁTICO.

Por último se muestran las reflexiones de Shapiro acerca de la manera en que aprehendemos estructuras, de una manera muy general. Pienso que el realismo estructural debería dejar claro la forma en qué conocemos o aprehendemos estructuras, ya sean concretas o abstractas.

Según Shapiro, hay dos maneras en las que podemos aprehender estructuras: 1) mediante un proceso de reconocimiento de patrones o de abstracción; y 2) mediante una descripción directa de ella.

El proceso de reconocimiento de patrones o de abstracción se da cuando se observa un sistema (una defensa de béisbol) o varios sistemas (familias diferentes) que tienen la misma estructura y se enfoca la atención en las relaciones que guardan los objetos entre sí (por ejemplo, darse cuenta de las relaciones espaciales que hay entre los beisbolistas que usan guantes) y al mismo tiempo se pasan de largo las propiedades de los objetos que no son relevantes para estas relaciones (por ejemplo, la estatura de los jugadores, su color de cabello y su promedio de bateo, etc.).

Esta forma de aprendizaje es similar a la manera en que se entiende el tipo de una letra, tal como la "E", al observar varios signos de la letra y enfocarse en su patrón tipográfico, mientras que al mismo tiempo se ignoran el color de los signos, su tamaño y cosas similares. Esta idea se basa en el hecho muy bien aceptado de que los humanos tenemos la habilidad para reconocer patrones.

Algunas veces la ostensión trabaja en el fondo. Se señala un sistema y de alguna forma se indica que eso señalado es el patrón ostentado y no la gente u objetos particulares. Esto es, se

apunta a la letra mayúscula "E" no para ostentar el signo particular de la letra, sino para ostentar el tipo, el patrón abstracto.

El proceso de descripción directa de una estructura se da cuando se dice que una defensa de béisbol consiste de cuatro jugadores puestos en cada base del diamante, de tres jugadores colocados fuera del diamante y así sucesivamente.

Se puede describir también una estructura como una variación de una estructura que se haya aprendido previamente. Una defensa con cambio a la izquierda sucede cuando el "short-stop" juega a la derecha de la segunda base y el tercera base se mueve cerca de la posición del "short-stop", mientras que una defensa de softball es como una defensa de beisbol, excepto que hay un jugador más fuera del diamante.

Ahora bien, cabe preguntar aquí la manera en qué se pueden aprehender las estructuras concretas de las entidades inobservables, tales como el átomo, a partir de la teoría anterior.

Actualmente en cualquier libro de química elemental se describe la estructura del átomo de la siguiente manera: un conjunto de protones y neutrones ubicados en un núcleo y un conjunto de electrones situados en órbitas girando a su alrededor. La cantidad de protones y neutrones en el núcleo, así como la cantidad de electrones en cada órbita determinan frente a qué elemento nos encontramos. Por ejemplo, si tenemos un núcleo conformado por un único protón y un electrón en una de sus órbitas a partir de la teoría cognitiva de estructuras anteriormente expuesta.

Parecería ser que en estos casos, siguiendo el desarrollo previo de Shapiro, sólo se podría dar un conocimiento de éstas mediante descripción directa. Sin embargo, esto parece sumamente cuestionable pues, en todo caso, lo primero que hicieron los químicos y los físicos fue determinar afinidades químicas (valencias), así como números y pesos atómicos y después especular sobre la existencia de inobservables como electrones, protones, etc., para explicar por qué ciertos elementos reaccionan en la presencia de otros y nunca describieron directamente a tales partículas, pues aún no sabían si existían o no, sólo pensaron que sería útil suponer su existencia para exponer los fenómenos físico-químicos que se dan durante la interacción de dos o más elementos químicos.

De regreso al caso de la estructura del átomo, ésta consiste en protones y neutrones ubicados en un núcleo y electrones situados en órbitas girando a su alrededor. La cantidad de protones en el núcleo, el número atómico, es lo que determina frente a qué tipo de elemento estamos. Por ejemplo, si tenemos un núcleo constituido por un único protón, estamos frente a un átomo de hidrógeno, si tenemos un núcleo con dos protones, estamos frente al helio y así sucesivamente.

La cantidad de neutrones en el núcleo de un átomo puede variar y según su cantidad determinan el isotopo del elemento en cuestión. Por ejemplo, para el hidrógeno tenemos tres isotopos, el primero llamado "protio" tiene un neutrón en el núcleo, el "deuterio" dos y el tritio "tres". Todos estos tienen las mismas propiedades químicas del hidrógeno, pues tienen un solo protón en el núcleo, pero físicamente son ligeramente distintos.

Por último, la cantidad de electrones que giran alrededor del núcleo de cada elemento es la misma que la cantidad de protones en el mismo. Los que están ubicados en las órbitas más externas al núcleo de un elemento determinado son los que interactúan con otros electrones ubicados en los mismos tipos de órbitas de otro elemento dado dando como resultado distintos enlaces químicos responsables de la formación de compuestos entre elementos.

Cabe señalar que a pesar de que lo anterior parece ser, a simple vista, una mera descripción directa de la estructura del átomo, ya que se enlistan los miembros que lo conforman, sus propiedades y las relaciones que guardan entre sí, no lo es. El conocimiento de tales componentes o miembros, sus propiedades y relaciones se obtuvo paulatinamente conforme las técnicas experimentales se fueron refinando para detectarlos y/o manipularlos, una vez, claro está, que tales entidades componentes de los átomos fueron postuladas para explicar la interacción entre los distintos elementos que daban como resultado la formación de compuestos químicos.

Por lo tanto, aunque se pueda dar una descripción directa de la estructura de un inobservable como el caso del átomo, la obtención del conocimiento de su estructura no se dio "de jalón", sino que más bien poco a poco. Así resulta engañoso decir que el conocimiento de las estructuras concretas de los inobservables se obtiene mediante descripción directa de la

misma manera que el caso de las estructuras concretas observables, pues mientras que para el primero juegan un papel importante las técnicas experimentales, en el segundo no, pues los órganos sensoriales que tenemos equipados nos permiten así obtener todas o casi todas las propiedades necesarias para elaborar la descripción de la estructura en cuestión.

8. CONSIDERACIÓN FINAL

Este capítulo fue desarrollado con la pretensión de ayudar a aclarar qué es una estructura, los distintos tipos, su posible status, así como su criterio de identidad a partir del estructuralismo matemático para compararlo con las tesis de un realismo científico estructural particular: el semi-realismo.

La definición de estructura presentada aquí robustece la definición presentada por la postura semi-realista. La definición de estructura concreta y abstracta ayuda a entender las pretensiones epistémicas del realismo estructural estándar y el propuesto por el autor del semi-realismo.

El criterio de identidad para las estructuras es una cuestión que no deja de ser controvertida ya que ninguno de los existentes se logra imponer de manera definitiva. El que propone Chakravartty sólo aplica para estructuras concretas, mientras que los dos propuestos en matemáticas parecen aplicar, a simple vista, para las estructuras abstractas y concretas.

Cualquier criterio de identidad entre estructuras que se proponga deberá tener el grado de generalidad necesario para poder aplicar tanto para las estructuras concretas como para las abstractas. Los dos criterios existentes en matemáticas: isomorfismo e equivalencia requieren refinamiento.

Por último, la manera en que aprehendemos estructuras (tanto concretas como abstractas) desarrollada por Shapiro no toma en cuenta los casos de aprendizaje de estructuras de los inobservables, lo cual no es de extrañar, dado los intereses estructuralistas en matemáticas y poco interés por los campos ajenos a esta área del conocimiento, a pesar de la extrapolación de Shapiro de su teoría estructural a objetos concretos.

Si bien, la estructura de los inobservables se puede dar en términos de descripción directa, el conocimiento de tal estructura dependió en alto grado del refinamiento de las técnicas experimentales (de manera indirecta a nuestras capacidades perceptuales) y no se dio todo y de una vez, sino de manera paulatina.

Tomar en cuenta esto refinaría sin lugar a dudas la teoría de la manera en que conocemos estructuras de Shapiro en cuestión y ayudaría a comprender la manera en que conocemos la estructura concreta o abstracta de los inobservables –cosa no aclarada por el realismo estructural de cualquier tipo, pues sólo se limitan a establecer que eso podemos conocer, ya sea que entiendan por estructura algo meramente formal o algo formal y concreto.

CAPÍTULO V. EL CASO DEL CONOCIMIENTO DE UNA ENTIDAD INOBSERVABLE: EL ESPACIO.

El desarrollo de este capítulo tiene que ver con la interpretación semi-realista de las diversas teorías geométricas y la mecánica de Newton consideradas como teorías que postulan la existencia de un espacio y dan cuenta de sus propiedades. Es decir, se desarrolla la interpretación que daría el semi-realismo a las teorías geométricas y la mecánica de Newton, una vez que se ha expuesto en qué consiste tal versión del realismo.

En lo subsecuente se pretende mostrar la manera en que la posición semi-realista se puede aplicar para determinar, dentro de los marcos de la geometría y la mecánica de Newton, qué tanto estamos justificados en creer en la existencia del espacio (una entidad inobservable) y las propiedades que estas teorías le atribuyen.

Debido a que la idea es aplicar la posición realista para interpretar las teorías geométricas y así ver qué tanto un realista dentro del marco de estas teorías puede o no confiar en la existencia del espacio y las propiedades que se le atribuyen, lo primero que se hace aquí es mostrar en qué consisten las diversas geometrías y las maneras que se idearon para contrastarlas o corroborarlas empíricamente.

Cabe señalar antes de pasar a la primera parte que la caracterización del espacio como una entidad inobservable surge a partir de los experimentos mentales propuestos por Poincaré para hallar la manera en que se pudieran contrastar empíricamente las geometrías no-euclidianas que fueron desarrolladas en los inicios del siglo XX, es decir, se tenía la idea de que alguna de las tres geometrías existentes: la euclidiana, la riemanniana y la lobachevskiana tendría que dar una correcta descripción del espacio.

1. LA IDEA DE QUE LA GEOMETRIA TIENE COMO OBJETO DE ESTUDIO AL ESPACIO Y LOS EXPERIMENTOS MENTALES DESARROLLADOS PARA CONTRASTAR LAS DISTINTAS GEOMETRIAS CON ÉL.

Poincaré analizó el experimento de Gauss⁸⁷ mediante el cual se pudieran contrastar las tres y propuso una serie de experimentos mentales para explicar la razón por la cual el experimento de Gauss y cualquier otro que tuviera el mismo fin resultarían infructuosos para determinar cuál de las tres geometrías es “la verdadera”.

El desarrollo de los experimentos de Poincaré llevan a la conclusión de que no hay manera de determinar cuál de las tres es la correcta descripción o en otras palabras “la verdadera”, sólo nos queda elegir alguna de las tres en virtud de su conveniencia para ser un supuesto de fondo a la teoría física que en ese momento se considerase verdadera, digamos la teoría de la relatividad.

En el siglo XVII se debatía a partir de las diferentes teorías existentes del movimiento o mecánica (principalmente la de Newton) de los cuerpos, la cuestión de si el espacio era absoluto o relativo. Una cuestión en la que había argumentos en contra y a favor pero ninguno decisivo para dar como victoriosa a alguna de ambas concepciones. Sin embargo, al no haber sido desarrolladas las geometrías no-euclidianas en ese momento, se presuponía que la geometría euclidiana describía correctamente el espacio y que este consistía en una entidad en la que podemos localizar todos los objetos físicos, si los consideramos como puntos, así como el medio en el que cambian de posición los mismos, si consideramos que sus trayectorias se podrían representar por medio de curvas como la línea recta.

Poincaré establece que la conclusión que nos arroja el intento por contrastar nuestras geometrías con el espacio (a través de instrumentos de medida) es que no tenemos manera alguna de inspeccionar directamente la forma y otras propiedades del espacio sin presuponer una teoría física que diga cómo se comportan todos los cuerpos que se encuentran ubicados en él en virtud de sus propiedades. En virtud de esta teoría presupuesta es que los instrumentos de medición (rayos de luz, reglas, listones) que empleemos para “medir el espacio” son considerados que tienen determinadas propiedades y nuestras mediciones

⁸⁷ Un experimento que tal vez nunca se llevo a cabo en realidad, como afirma Hugget en Hugget, 1999.

podrán corresponder o no con alguna de las tres teorías geométricas. En resumen, la geometría está sub-determinada por la física.

Ahora bien, desde otra arista podemos interpretar la conclusión de Poincaré de la siguiente manera. La razón por la cual no podemos determinar qué geometría describe de una manera totalmente correcta al espacio, es porque ésta, si es una entidad física, como intuitivamente se supone, aunque están ubicados en él todos los objetos, ninguno, incluidos los seres humanos, puede salir de él para inspeccionar las propiedades que se supone que tiene mediante algunos instrumentos de medida, tales como los rayos de luz, reglas, listones, etc. Por lo que no podría así examinar el grado de correspondencia entre tales propiedades supuestas por las teorías geométricas correspondientes y nuestras mediciones, dando por supuesto que hay una teoría física que dice cómo se comportan los cuerpos en el espacio. (De alguna manera estamos, al igual que todos los demás objetos físicos, en él y nuestra incapacidad de poder estar fuera de él, no nos permite determinar cómo es con exactitud).

Es más, se llega a la posibilidad de establecer que el espacio no tenga características geométricas intrínsecas. El espacio es una entidad inobservable porque se escapa a nuestras capacidades perceptuales. Es una entidad, como se dijo anteriormente, que no podemos percibir y/o medir directamente, pero, tal vez, como sugieren los experimentos mentales de Poincaré, si indirectamente, a través de la medición de ciertos objetos materiales, entre ellos nuestro propio cuerpo, pues puede ser considerado como un objeto de medición. Según la geometría que elijamos como verdadera por convención, pues no hay manera de saber cuál es la verdadera a través de contrastación alguna con la realidad, el espacio será caracterizado con tales o cuales propiedades.

Veamos ahora el desarrollo de los experimentos mentales propuestos por Poincaré (y resumidos por Hugget) que conducen a 1) la conclusión de que probablemente el espacio carezca de propiedades intrínsecas, pues carecemos de medios suficientes para determinar cuáles son, i.e., no tenemos la capacidad de medirlo directamente (mediante instrumentos) ni la capacidad de percibirlo directamente (mediante nuestros sentidos). 2) la conclusión de que la geometría (considerada como una teoría matemática y un sistema axiomático) no es ciencia empírica, sino abstracta pues no versa sobre objetos físicos⁸⁸, sino ideales. 3) la

⁸⁸ Aunque haya personas que pudiesen afirmar que hay dos tipos de geometría, una física y una matemática y que de esta manera la geometría física pueda versar sobre objetos físicos, yo considero que hay dos ámbitos desde los cuales

conclusión de que la única manera de determinar cuál es la geometría “verdadera”, i.e., que describe correctamente al espacio es por convención, dada nuestra falta de capacidad perceptual y de elaboración de instrumentos (de medida, como lo pueden ser otros cuerpos) para detectar algunas de sus propiedades, tales como su longitud, o su capacidad para provocar que los cuerpos se desplacen o permanezcan en reposo de la manera en que lo hacen, si es que tiene tales.

El primer experimento mental de Poincaré consiste en un análisis de la idea que se tenía en su época de que a través del denominado “experimento de Gauss” se podría determinar, de manera concluyente, cuál de las tres geometrías “competidoras” sería “la verdadera”. Este experimento, como los dos más que se verán más adelante, parte de la suposición de que el espacio sí cuenta con propiedades geométricas. Sin embargo, este supuesto se desquebraja cuando poco a poco se llega a la conclusión de que posiblemente, debido a nuestra falta de medios y capacidad para determinar las propiedades intrínsecas del espacio, el espacio no tenga propiedades geométricas en lo absoluto o bien que las tenga pero que la evidencia empírica las sub-determine.

El experimento de Gauss proponía tomar las cúspides de tres montañas como vértices de un triángulo y hacer pasar por cada uno de ellos un rayo de luz de tal manera que formaran dicho triángulo para poder medir sus ángulos internos. A partir de esta medición se podría inferir la correcta geometría del espacio. Si la suma de los ángulos internos de tal círculo fuese igual a 180 grados, entonces la geometría verdadera sería la Euclidiana. Si midiese menos de 180, entonces la Riemmaniana será verdadera. Y si sumase más de 180, entonces la correcta geometría del espacio sería la propuesta por Bolyai-Lobachevsky.

Recuérdese que el teorema de los ángulos internos de Euclides se desprende del quinto postulado de su sistema geométrico. Este quinto postulado es el que cambia en cada una de las otras dos geometrías no-euclidianas. Por lo tanto, en cualquiera de las dos no sumarán exactamente 180 grados. Cabe mencionar que el quinto postulado reza de la siguiente

se analiza el espacio: 1) Las matemáticas y 2) La física o filosofía natural. En la primera tenemos a las diversas teorías geométricas, en la segunda a múltiples teorías sobre el movimiento de los cuerpos. Y la idea de Poincaré es que una vez presupuesta una determinada teoría del movimiento aceptamos por convención una determinada teoría geométrica. En el caso de la mecánica de Newton, damos como verdadera en virtud de ser aceptada por convención a la geometría de Euclides. En el caso de la mecánica de la relatividad general, aceptamos a una geometría no-euclidiana.

manera: dados un punto y una recta, 1) en la geometría de Riemman, no pasa ninguna recta paralela a la recta; y que 2) en la geometría de Bolyai-Lobachevsky pasan una infinidad de rectas paralelas y 3) en la Euclidiana pasa sólo una recta paralela.

Sin embargo, el teorema de la suma de los ángulos internos de un triángulo no es, en principio, la única consecuencia que se puede probar, si queremos determinar cuál geometría es la que da la correcta descripción del espacio. También podríamos intentar probar el teorema euclidiano de que la razón entre la circunferencia de un círculo y su diámetro es constante. Es decir, dado un círculo de circunferencia C y diámetro D , entonces $C/D=\pi$. Este teorema también se desprende del quinto postulado del sistema Euclidiano. Y como se dijo anteriormente, al ser este quinto postulado distinto en las otras geometrías, tenemos que 1) en la Geometría Riemmaniana la proporción entre la circunferencia de un círculo y su diámetro ya no es constante, sino que está dada por la desigualdad $C/D<\pi$; y 2) en la Geometría de Bolyai y Lobachevsky será $C/D>\pi$.

Estos dos teoremas son los que se podrían intentar probar empíricamente. El primero, como se acaba de examinar con anterioridad, mediante el experimento de Gauss y el segundo mediante otro propuesto por Hugget⁸⁹. Si los teoremas, a partir de las mediciones que hagamos sobre objetos físicos, no concuerdan con nuestras mediciones, entonces empíricamente serán falsos y el quinto postulado de Euclides también y por ende será falsada la geometría Euclidiana.

Sin embargo, hay algo que no hemos tomado en consideración al intentar contrastar los teoremas geométricos con nuestras mediciones sobre objetos físicos: que al intentar medir cualquier objeto físico que queramos estamos presuponiendo cierto comportamiento de nuestros aparatos de medición. Suponemos que permanecen sólidos siempre y sin deformación alguna. Pero ¿por qué debería ser esto así? Los experimentos mentales de Poincaré no parten de este supuesto, pues no tenemos, según él, justificación alguna para sostener tal idea. En vez de lo anterior, Poincaré supone que esto no sea el caso, sino que haya cierta ley física que actúe sobre todos los objetos de nuestro mundo contrayéndolos cada vez más al alejarse del centro y se aproximan a su perímetro, tal mundo es una esfera en un plano euclidiano.

⁸⁹ Hugget, 1999.

Analicemos un poco a detalle el caso del experimento de Gauss a partir de una cita de Poincaré antes de pasar al experimento mental desarrollado por este último en el que unos seres bidimensionales que habiten un disco bidimensional en un plano euclidiano de tres dimensiones hallen conclusiones no-euclidianas sobre sus mediciones.

2. NO HAY MANERA DE PROBAR EMPÍRICAMENTE SI LA GEOMETRÍA, SEA CUAL SEA LA QUE ELIJAMOS, DESCRIBE REALMENTE EL ESPACIO, A PARTIR DE UN EXPERIMENTO COMO EL DE GAUSS.

“If Lobatschewsky's **geometry** is true, the parallax of a very distant star will be finite. If Riemann's is true, it will be negative. These are the results which seem within the reach of experiment, and it is hoped that astronomical observations may enable us to decide between the two geometries. But **what we call a straight line in astronomy is simply the path of a ray of light**. If, therefore, we were to discover negative parallaxes, or to prove that all parallaxes are higher than a certain limit, we should have a choice between two conclusions: 1) we could give up Euclidean geometry (cambiar las propiedades o definición de línea recta), or 2) modify the laws of optics (establecer que la luz no viaja en línea recta), and suppose that light is not rigorously propagated in a straight line. It is needless to add that everyone would look upon this solution (la luz no viaja en una línea recta estrictamente hablando) as the more advantageous. Euclidean geometry, therefore, has nothing to fear from fresh experiments.”⁹⁰

Debido a que lo que llamamos una línea recta en la astronomía es el trayecto de un rayo de luz, entonces si descubrimos paralajes negativos, como los que supone la geometría de Riemann, entonces se confirmaría esta geometría, pero si descubrimos paralajes positivos, entonces se confirmaría la geometría de Lobachevsky. Refutando así, en cualesquiera de los dos casos, la geometría euclidiana. Pero si dejamos de llamar línea recta al trayecto de un rayo de luz podemos seguir aceptando la geometría euclidiana como verdadera.

Poincaré suponía que esto último es lo más ventajoso, pues así podríamos dejar intacto nuestro marco de creencias más básico, el cual se ajusta a la geometría euclidiana. Sin embargo, posteriormente, a la luz de mayor evidencia empírica, se decidió dejar de considerar al espacio como lo describe la geometría euclidiana y seguir considerando que una línea recta es la trayectoria que sigue un rayo de luz. Un tipo de razón, la práctica o prudencial entró en juego para determinar qué geometría se mantendría y cuál se eliminaría, a la luz de la teoría física que, suponemos debido a la evidencia empírica, describe mejor nuestro mundo.

⁹⁰ Poincaré, 1952, pp. 72-73.

Lo anterior es una instanciación del argumento de la sub-determinación. En una de sus múltiples versiones, este argumento sostiene que dado que siempre podemos explicar una evidencia empírica cualquiera “E” (en este caso una serie de mediciones del radio y la proporción que guarda la circunferencia con el radio del mismo círculo) , en principio, con cualquier teoría de un conjunto de teorías similares (en este caso los diversos sistemas geométricos), entonces se concluye que ninguna teoría podría ser considerada como verdadera de manera concluyente (en este caso, posiblemente ninguna de las tres geometrías describe correctamente al espacio o si alguna lo hace, no podríamos saberlo, es decir, no tenemos razones suficientes (a pesar de nuestras mediciones minuciosas) para creer en la conclusión de que 1)ninguna de las tres geometrías describe de manera completamente correcta el espacio ó 2) que una de las tres es la que lo describe de manera completamente correcta.

Sin embargo, esto sucede en nuestro caso específico, según Poincaré, por tratar de emplear una teoría formal para describir un objeto físico. Se puede decir que no hay forma de averiguar cuál teoría (geométrica) describe correctamente al espacio, porque no se refieren a objetos físicos, sino a ideales. Los experimentos no versan sobre objetos geométricos, sino físicos y éstos distan mucho de ser perfectos como los definidos en la geometría. Por ende, el error reside en pensar que la geometría se refiere a objetos físicos y que, por lo tanto, si tales o cuales objetos físicos no son descritos como los geométricos entonces podemos elegir una que los describa realmente como son y la que lo haga de esta manera será considerada como una verdadera descripción del espacio. En el caso de teorías empíricas sí vale tal método, pero en el caso de las ciencias formales, no.⁹¹

⁹¹ Esto conduciría a alguien, nuevamente a establecer una posible distinción entre 1) geometría “formal” o matemática y 2) geometría “concreta” o física. Esta última tendría como objeto de estudio al espacio (considerado como un objeto cuasi-concreto) o espacio-tiempo. Sin embargo (como se mencionó anteriormente) las cuestiones del status ontológico del espacio y su caracterización se desprenden del seno de las teorías del movimiento existentes en determinados momentos. En el siglo XVII, la discusión fue motivada por la teoría mecánica de Newton. Dentro de esta discusión motivada por tal teoría del movimiento dentro de la filosofía natural tenemos posturas “sustantivistas” que sostenían que el espacio es un objeto físico sui-generis: cuasi-concreto y posturas “relacionistas” que afirmaban que era una entidad dependiente de las relaciones entre objetos, a partir de la distancia y dirección que guardan entre sí.

Si suponemos que el espacio es un objeto físico y que la geometría tiene como objeto de estudio objetos físicos tales como los cuerpos sólidos materiales, (aunque bien podrían ser no sólidos, tales como los gases, los campos eléctrico-magnéticos, plasmas) entonces parece válido preguntar: ¿qué descripción geométrica tiene el espacio? Sin embargo, Poincaré rechaza la validez de tal pregunta. Pues, aunque no rechaza la premisa de que el espacio sea un objeto físico, sí rechaza la premisa de que la geometría tiene como objeto de estudio los objetos físicos o naturales. En consecuencia, no podemos decir que el espacio sea geométrico, pues realmente no sabemos cómo sean sus propiedades intrínsecas materiales, si es que tiene alguna.

Si tomamos como válida la pregunta anterior, entonces caemos en la trampa de tratar de determinar, dado que hay varias geometrías, qué sistema geométrico describe en realidad al espacio. Sin embargo, dado que el espacio es inobservable, i.e., escapa a nuestras capacidades perceptuales, no podemos tener sensaciones acerca de él, tal y como las tenemos de objetos como sillas, vasos, etc.

No hay manera de corroborar que el espacio tenga tales o cuales propiedades postuladas por las distintas geometrías. Sólo podemos conjeturar cuáles puede tener, si sostenemos como verdadera una cierta teoría física que describa y prediga exitosamente hechos empíricos. Es a partir de la teoría física corroborada y progresiva actual T_1 que consideremos como verdadera que tomaremos tal o cual sistema geométrico como el más adecuado para tal teoría física de modo que concuerde con el resto de nuestro conocimiento.

Sin embargo, podríamos hacer lo contrario: sostener como verdadera una determinada geometría como la euclidiana e intentar enmendar nuestra teoría física actual pero no progresiva T_0 para que se ajuste a los hechos que la teoría reciente sí explica a pesar de que desechemos la geometría euclidiana al aceptarla, lo cual no parece razonable si partimos del supuesto de que se busca obtener conocimiento del mundo lo más próximo a la verdadera naturaleza de las cosas y que el desarrollo de nuevas teorías físicas a la luz de la evidencia empírica nos lo brindan. Por consiguiente, parece ser más conveniente buscar o desarrollar geometrías alternativas entre las cuales se halle la más adecuada para una teoría física que explique más que la anterior en cuestión o sea considerada “progresiva” a la luz de la actualmente aceptada.

En otras palabras, el experimento mental de Poincaré muestra que lo que se contrasta con la evidencia empírica es una suma de dos teorías, a saber: teoría mecánica T_1 + teoría geométrica y no meramente la segunda. Debido a esto, la decisión para considerar una teoría geométrica como verdadera o no se vuelve una cuestión pragmática.

Si quisiéramos seguir sosteniendo a la geometría euclidiana, deberíamos hallar una teoría mecánica progresiva T_2 , una que explique más o lo mismo que la actual, en este caso la de la relatividad general, y que sea coherente con la geometría euclidiana. Debido a la falta de tal teoría física, seguimos aceptando a la teoría de la relatividad general como la verdadera y a la vez una teoría geométrica no euclidiana. En ausencia de un conjunto binario alternativo corroborado y progresivo de teoría mecánica + geometría euclidiana, se opta actualmente por teoría de la relatividad general + geometría no-euclidiana. Sin embargo, puede ser que en el futuro surja una teoría mecánica progresiva T_3 corroborada que requiera o sea coherente con el marco geométrico euclidiano, reivindicando así la idea de un espacio euclidiano.

Ahora veamos el experimento mental de Poincaré que pone en duda que los objetos físicos no sean afectados por alguna fuerza que los deforme. Este experimento consiste en suponer a seres habitantes de un mundo esférico (tridimensional) cuyas leyes hacen que los cuerpos se comporten de una manera tal que los habitantes no sospechen (los objetos de este mundo se expanden constantemente conforme se alejan del centro de la esfera) y que los conducen a conclusiones que no se derivan dentro del sistema geométrico que suponían como verdadero a partir de las experiencias sensoriales que tienen dentro de un mundo encerrado en una gran esfera en el que una serie de leyes rigen el comportamiento de los cuerpos. Tal comportamiento consiste en una deformación constante acentuada en las fronteras de tal mundo, donde los cuerpos se vuelven cada vez más pequeños conforme se acercan a las mentadas fronteras.

3. EL MUNDO NO-EUCLIDIANO.

“Si el espacio geométrico fuera un marco impuesto a cada una de nuestras representaciones, consideradas individualmente, sería imposible representarse una imagen fuera de ese marco y nada podríamos cambiar en nuestra geometría.

Pero no es así; la geometría sólo es el resumen de las leyes conforme a las cuales se suceden esas imágenes. Nada nos impide entonces imaginar una serie de representaciones, enteramente semejantes a las nuestras ordinarias, pero que se sucedan conforme a leyes muy diferentes de aquellas a que estamos acostumbrados.

Se concibe entonces que si hubiera seres cuya educación se hiciera en un medio en donde esas leyes fueran así de trastornadas, podrían tener una geometría muy diferente a la nuestra.

Supongamos, por ejemplo, un mundo encerrado en una gran esfera y sometido a las siguientes leyes:

La temperatura no es allí uniforme, sino que es máxima en el centro y disminuye a medida que se aleja de él, para reducirse al cero absoluto cuando alcanza la superficie por la cual está limitado ese mundo.

Además se puede determinar la ley conforme a la cual varía su temperatura. Sea R el radio de la esfera y r la distancia del punto considerado al centro de la esfera. La temperatura absoluta será proporcional a $R^2 - r^2$.

Supongamos, además, que en ese mundo todos los cuerpos tengan el mismo coeficiente de dilatación, de manera tal que la longitud de una regla cualquiera sea proporcional a su temperatura absoluta.

Por último, supongamos que un objeto transportado de un punto a otro cuya temperatura sea diferente, se ponga inmediatamente en equilibrio térmico con su nuevo medio.

Nada en estas hipótesis es contradictorio o inimaginable.

Un objeto móvil se volverá entonces cada vez más pequeño a medida que se acerque a la superficie esférica límite.

Observemos primero que, aunque este mundo esté limitado desde el punto de vista de nuestra geometría habitual, parecerá infinito a sus habitantes.

En efecto, cuando éstos quieran acercarse a la superficie límite se enfriarán y se harán cada vez más pequeños, También los pasos que den serán más pequeños cada vez, de manera que no podrán alcanzar jamás la superficie límite.

Si, para nosotros, la geometría sólo es el estudio de las leyes conforme a las cuales se mueven los sólidos invariables, para esos seres imaginarios sería el estudio de las leyes conforme a las cuales se mueven los sólidos deformados por esas diferencias de temperatura de las que acabamos de hablar.

Sin duda, en nuestro mundo, los sólidos naturales experimentan igualmente variaciones de forma y de volumen debidas al calentamiento o al enfriamiento, pero despreciamos esas variaciones al establecer los fundamentos de la geometría, pues además de ser muy pequeñas, son irregulares y nos parecen en consecuencia accidentales.

En ese mundo hipotético no sería lo mismo, y esas variaciones seguirían leyes regulares y muy simples.

Por otra parte, las diversas piezas sólidas que constituirían los cuerpos de sus habitantes sufrirían las mismas variaciones de forma y de volumen.

Hagamos todavía otra hipótesis; supongamos que la luz atraviesa medios de distinta refringencia y de manera tal que el índice de refracción sea inversamente proporcional a $R^2 - r^2$. Es fácil ver que en esas condiciones los rayos luminosos no serían rectilíneos sino circulares.

Para justificar lo que precede, falta demostrar que ciertos cambios producidos en la posición de los objetivos exteriores pueden ser corregidos por movimientos correlativos de seres sensibles que habiten ese mundo imaginario; y eso en tal forma que se restaure el conjunto primitivo de impresiones sufridas por esos seres sensibles.

En efecto, supongamos que un objeto se desplace deformándose, no como un sólido invariable, sino como un sólido que experimenta dilataciones desiguales justamente de acuerdo con la ley de temperaturas que he supuesto más arriba. Permitaseme para abreviar el lenguaje, llamar desplazamiento no-euclidiano a un movimiento semejante.

Si un ser sensible se encuentra en la proximidad, sus impresiones serán modificadas por el desplazamiento del objeto, pero podrá restablecerlas moviéndose él mismo de una manera conveniente. Basta, finalmente, que el conjunto del objeto y el ser sensible, considerados como formando un solo cuerpo, haya experimentado uno de esos desplazamientos particulares que acabo de llamar no-euclidianos. Esto es posible si se supone que los miembros de esos seres se dilatan conforme a la misma ley que los otros cuerpos del mundo que habitan.

Aunque, desde el punto de vista de nuestra geometría habitual, los cuerpos sean deformados en ese desplazamiento y sus diferentes partes ya no se encuentran en la misma posición relativa, sin embargo, veremos que las impresiones del ser sensible vuelven a ser las mismas.

En efecto, aunque las distancias mutuas de las diferentes partes han podido variar, aun así, las partes primitivamente en contacto se han puesto nuevamente en contacto. Por lo tanto, las impresiones táctiles no han cambiado.

Por otra parte, considerando la hipótesis hecha anteriormente, con respecto a la refracción y a la curvatura de los rayos luminosos, las impresiones visuales también habrán permanecido las mismas.

Estos seres imaginarios serán pues, como nosotros, inducidos a clasificar los fenómenos de que son testigos y a distinguir entre ellos los "cambios de posición" susceptibles de ser corregidos por un movimiento voluntario correlativo.

Si crean una geometría, no será como la nuestra, el estudio de los movimientos de nuestros sólidos invariables; será la de los cambios de posición que hayan distinguido de ese modo y que no son otros que los "desplazamientos no-euclidianos", es decir, será la geometría no-euclidiana.

Luego, seres como nosotros, cuya educación se hiciera en un mundo tal, no tendrían la misma geometría que nosotros."⁹²

El primer punto que intenta Poincaré dejar claro en este caso hipotético es que las experiencias espaciales de los habitantes nativos de tal mundo serían no euclidianas, a pesar de que su mundo, de hecho es euclidiano. Es decir, el mundo o su espacio sí tiene una serie determinada de propiedades dadas por una determinada teoría geométrica, a pesar de la incapacidad de los seres racionales que están insertos en él para determinar o conocer cuál es. Dado que todos los objetos son igualmente deformados por una fuerza universal que afecta a todos los objetos y que no es capaz de ser hallada aún, estos seres no podrán darse cuenta de ella ni inferir que los objetos se contraen, incluidos sus instrumentos de medida.

Conforme se mueven alrededor del espacio, sus aparatos de medición se verán tan rígidos para ellos como los nuestros para nosotros. Y aún, cuando exploren su espacio a través del intento por medirlo, tendrán experiencias "no-euclidianas". Cabe mencionar que esta conclusión contradice la tesis Kantiana de que las proposiciones de la geometría son sintéticas a priori. Pues este experimento muestra que podríamos tener experiencias del tipo no-euclidianas, mientras que Kant sostendría que sólo podemos tener experiencias euclidianas, ya que estas son a priori y necesarias.

A manera de conclusión del ejemplo del mundo no euclidiano de Poincaré se puede decir que la experiencia (el conjunto de sensaciones por parte de los seres que habitan el mundo encerrado por una esfera) puede conducirlos a la construcción primigenia de una geometría en particular, de hecho, los lleva a adoptar una geometría dentro de su marco de creencias de fondo para el estudio del mundo físico, pero esto no convierte a la geometría en ciencia empírica alguna ni a la primera geometría desarrollada como la verdadera. Como lo resalta

⁹² Poincaré, 1981, pp. 164-167.

Poincaré en “El espacio y la geometría”, la geometría es una ciencia formal o pura que se construye de manera a priori.

En el caso de nosotros, los humanos, hemos recibido desde un mundo externo impresiones que nos condujeron a desarrollar la geometría euclidiana y a localizar los hechos de este mundo en un plano euclidiano. Pero pudo haber sido de otra manera. Si las impresiones que hubiésemos recibido en un inicio nos hubiesen conducido a desarrollar una geometría no-euclidiana en primera instancia y después, al intentar medir nuestro espacio, encontraríamos posiblemente experiencias que se describirían suponiendo una geometría digamos “euclidiana”⁹³.

Ahora veamos el caso de análisis propuesto por Hugget⁹⁴. En este caso se supone que unos topógrafos quieren determinar cuánto mide su mundo. Este mundo es un disco en un plano inclinado. En este mundo hay una ley que hace que todos los objetos se compriman conforme se alejan del centro del disco. Ellos no saben que esto ocurre. Entonces, supone Hugget⁹⁵ que intentarían, en primera instancia, determinar el radio de su mundo circular. ¿podrán encontrar que tiene R metros? Si usan un ciclómetro, cuya rueda tenga 1m de circunferencia, para medir la circunferencia de su mundo, dado que todos los objetos se contraen conforme se alejan del centro del disco, la rueda se habrá encogido cada vez que se alejan más y más del centro.

Supóngase que los topógrafos llevan a cabo la medición del radio de su mundo mediante una caminata hacia afuera desde el centro a lo largo de una línea recta, marcando la distancia recorrida con un ciclómetro. Esto es, hacen pasar a lo largo de la línea una rueda de w metros de circunferencia que hace click después de completar un giro: n clicks a lo largo de la curva significa que la curva tiene que medir $n*w$ metros de largo. Por conveniencia Hugget nos hace asumir que la rueda tiene una circunferencia de 1 metro en el centro del disco o un diámetro de $1/\pi$ metros.

⁹³ Cabe recordar que las geometrías no euclidianas tienen por límite a la euclidiana en regiones suficientemente pequeñas del espacio-tiempo.

⁹⁴ Hugget, 1999, pp. 243-248.

⁹⁵ Ibid.

Cuando los topógrafos estén D metros del centro, el diámetro de la rueda del ciclómetro será $\frac{1}{\pi} \left(\frac{R^2 - r^2}{R^2} \right)$ y su circunferencia $1 \left(\frac{R^2 - D^2}{R^2} \right)$ que es menor que 1. Cuanto más alejado esté el ciclómetro del centro del disco, más pequeña se volverá, por lo que para completar una revolución y hacer click, es menor la distancia a lo largo de la línea que debe recorrer.

De esta manera los topógrafos registrarán más de D clicks a partir de su ciclómetro de 1 metro a lo largo de la línea que es D metros larga a partir del centro, por lo que medirán más de D metros de largo; pues no saben que sus instrumentos se encogen. Debido a que longitud de los objetos en el perímetro sería cero, la rueda del ciclómetro se encoje tan rápido que un número finito de vueltas a lo largo de la línea nunca sumará la totalidad del radio del disco (R metros). Por lo que los topógrafos nunca alcanzarán el borde de su espacio y concluirán que su espacio es infinito.

Aquí el punto crucial es que suponiendo que este mundo es euclidiano en principio, una esfera (objeto tridimensional) en un plano euclidiano bidimensional, dando un disco como resultado, sus habitantes llegan a experiencias que no se describen mediante la geometría euclidiana, sino mediante la de Bolyai y Lobachevsky, siempre y cuando supongamos un cierto comportamiento de los cuerpos dado por una determinada ley física.

Cabe señalar que esto es lo que realmente pasa cuando intentamos contrastar nuestras geometrías con el espacio físico. Presuponemos algo como verdadero, que las leyes físicas que hacen que todos los cuerpos del universo, incluidos nuestros instrumentos de medición, no se compriman y que permanezcan con longitud constante siempre, lo cual no tenemos forma de justificar, pero aún así se presupone esto antes de medir y por ende llegamos a ciertos resultados que pueden ser interpretados a la luz de las distintas geometrías existentes.

Regresando al experimento mental tenemos que nosotros, como observadores externos al mundo bidimensional en forma de disco, sabemos que es finito. Sin embargo, para los habitantes, los cuales no pueden salir de su mundo bidimensional de disco, es imposible acceder a la cantidad de metros que tiene la circunferencia de su mundo.

Es en este sentido en el cual el espacio es inaccesible para los seres humanos, dado que no hay manera de salir de nuestro mundo tridimensional para saber cómo es realmente nuestro mundo, no podemos determinar las propiedades intrínsecas de nuestro mundo, sólo podemos conjeturarlas y tal vez no sean para nada las que tenga en realidad. Las propiedades que le

atribuyamos dependerán de la geometría que elijamos y supongamos como verdadera. Pero antes de suponer una geometría como verdadera, hay que hacer notar que también se supone una determinada teoría física como verdadera.

Por lo tanto, si suponemos que las leyes físicas son verdaderas en el sentido de que describen correctamente el comportamiento y movimiento de los cuerpos, así como que los cuerpos no están sujetos a una ley determinada que los someta a una expansión constante y luego, si suponemos tal o cual geometría, llegamos a conclusiones no-euclidianas de las propiedades del mundo o viceversa a partir del empleo de objetos de medición para intentar medir el espacio.

En el caso de los experimentos para medir el espacio, en todos, se da por hecho que 1) hay leyes físicas y que el mundo se comporta de acuerdo a éstas, 2) entre éstas no hay una que describa una constante expansión de los cuerpos, 3) las teorías de la física contienen leyes expresadas en forma de ecuaciones y 4) la verdad o falsedad de las teorías se logra mediante el escrutinio de la evidencia empírica. Una vez que se tiene todo esto, es como se ha intentando llevar a cabo experimentos para determinar cuál es la correcta geometría del espacio.

En resumen, una vez establecida cuál es la teoría física verdadera, se ha creído que se podría determinar qué sistema geométrico tomaremos como verdadero. La geometría está subordinada por la física, en este sentido. Cualquiera de las tres teorías geométricas puede ser verdadera por convención, siempre y cuando demos como verdadera una teoría física peculiar que describa el comportamiento de la totalidad de los cuerpos físicos de manera tal que corroboremos lo propuesto por la teoría geométrica con nuestra experiencia o mediciones.

En otras palabras, depende de que comportamiento supongamos tengan los cuerpos en nuestro mundo, i.e., qué teoría física consideramos como verdadera, si uno u otro sistema geométrico es tomado como el que describe correctamente al espacio, i.e., cuál geometría es verdadera. Aunque también es válido concluir que ninguna de las tres teorías geométricas lo hace y que el espacio carece de propiedades geométricas intrínsecas.

Ahora veamos, siguiendo el ejemplo de Hugget⁹⁶, qué encontrarían nuestros amigos bidimensionales si intentasen medir la proporción que guardan la circunferencia y el diámetro

⁹⁶ Hugget, 1999, pp. 243-248.

de cualquier círculo concéntrico a su disco. Recuérdese que empíricamente también sería posible intentar hallar si en nuestro espacio se cumple el teorema de que la proporción entre la circunferencia de un círculo y su diámetro es constante. Si no se halla esto, entonces podríamos concluir también que el espacio no es euclidiano. Resumiendo, debido a que el escenario hace que los objetos se encojan conforme se alejan del centro, hallarán que $C/D > \pi$. Esto significa que habrán otra vez, dadas sus mediciones, hallado que la geometría de Bolyai-Lobachevsky describe su mundo, cuando en realidad su mundo es euclidiano, por hipótesis.

4. LA MEDICIÓN COMO MEDIO PARA CONOCER DEL ESPACIO

Recuérdese que el semi-realismo privilegia a los elementos teóricos que hacen referencia a entidades o fenómenos con los que se ha forjado un contacto causal significativo. Esto se debe a que estos son necesarios para interpretar las ecuaciones de una teoría en virtud de que estas últimas expresan relaciones cuantitativas que se entre las propiedades de detección de las entidades postuladas por la teoría.

A partir de lo anterior, parece que el semi-realismo privilegia a los distintos medios de detección como los garantes de la existencia y el conocimiento de los inobservables. Entre estos medios de detección encontramos a nuestros órganos sensoriales. Cualquier herramienta, como los distintos medios de medición, o técnica experimental, como colisionar partículas, son los que permitirían la detección de diversas entidades o fenómenos inobservables.

Ahora bien, dado un inobservable como el espacio, surge la pregunta: ¿cómo es que conocemos algo sobre el espacio?, ¿cuál es el medio por el cual accedemos al conocimiento del espacio? La experiencia indirectamente se podría responder, pero estrictamente se logra esto mediante el empleo de instrumentos de medición tales como ciclómetros, reglas, hilos o rayos de luz provenientes de estrellas o galaxias lejanas. Estos nos permiten acceder a las posibles propiedades del espacio. Pero, interactúa el espacio con estos medios en virtud de algunas propiedades de detección. La geometría no parece definir al espacio en tales términos. Veamos en qué sentido, según Poincaré, se puede medir el espacio.

Para Poincaré⁹⁷ hay dos formas de medir el espacio, cada una de ellas corresponde a dos instrumentos de medición: el cuerpo sólido y el rayo de luz. Nuestro cuerpo funciona como

⁹⁷ Poincaré, 1981.

instrumento de medición del espacio representativo. Éste es una copia del espacio físico. Pero gracias a nuestro cuerpo, específicamente, los movimientos que hacemos con las extremidades para alcanzar un objeto y defendernos, es como llegamos a la idea de espacio físico.

El cuerpo humano individual es el primer instrumento de medida de todo sujeto. Éste está compuesto de diversas piezas sólidas movibles unas con respecto a las otras, y ciertas sensaciones nos permiten percatarnos de los movimientos relativos de tales piezas, de modo que, del mismo modo que los instrumentos materiales, sabemos si nuestro cuerpo se ha movido o no, como un sólido invariable.

Con nuestras extremidades superiores e inferiores es como medimos el espacio. Nuestras extremidades juegan el papel de instrumentos de medida. Pero más que medir, estrictamente hablando, construimos el espacio de manera tal que nos contentamos con él para las necesidades de la vida diaria.

Estrictamente hablando, para Poincaré⁹⁸, construimos el espacio a partir de la experiencia de mover las extremidades de nuestro cuerpo para alcanzar o aproximarnos a objetos externos- lo construimos de una manera tal que nos permita desplazarnos y mover nuestras extremidades en la vida diaria.

Por otro lado, para Poincaré⁹⁹, el principio de la relatividad especial del espacio también es una forma de medir el espacio porque nos permite conocer más sobre sus propiedades, tales como su contracción a velocidades próximas a la de la luz, cosa que explica la razón por la cual se obtienen distintas medidas del mismo para un observador inercial y uno no-inercial.

En breve, un medio (tal vez el único) por el cual podemos acceder a las propiedades del espacio es mediante la medición de objetos sólidos. De manera indirecta, por medio de medición de otros objetos distintos del espacio, es como postulamos ciertas propiedades geométricas del espacio. De hecho, a partir de las tres geometrías, se puede decir que las propiedades esenciales del espacio son: continuidad, infinitud, n-dimensionalidad, homogeneidad e isotropicidad. Todas éstas son propiedades formales, no-causales.

⁹⁸ Idem., p. 140

⁹⁹ Idem., p. 145.

La continuidad del espacio se refiere a que entre dos puntos del espacio siempre hay otro. Esto es resultado de establecer que el espacio se conforma de la intersección de tres líneas rectas y que cada una de ellas está conformada por una sucesión de puntos de tal manera que para trazar una línea recta sobre un papel no despegamos el lápiz del papel. No hay saltos o huecos en el espacio, podemos desplazarnos, en principio por toda su extensión y dejar una trayectoria marcada sobre él si suponemos que consta de tres planos euclidianos.

La infinitud tiene que ver con el hecho de que una línea recta tiene una cantidad de puntos no determinable, es decir, que siempre que demos un punto de la línea siempre podemos dar otro, ya sea a su derecha o su izquierda de manera sucesiva hasta aproximarnos al final de la línea por la derecha o por la izquierda pero sin llegar a él. Pero que no se pueda determinar la cantidad de puntos de una recta no implica que no podamos contarlos. Debido a que siempre podemos imaginarnos un objeto en un punto del espacio cualquiera a partir de una posición que consideremos como inicial lo más alejado de este punto inicial sin dar una posición como última y definitiva, se considera que el espacio es infinito.

La n-dimensionalidad se refiere al hecho de que en él podemos imaginar planos y la intersección de muchos de éstos. Poincaré sostenía que el espacio físico sólo tiene tres, pero hoy en día, se habla de la posibilidad de que tenga muchas más a partir de la teoría de cuerdas. (De hecho en ésta y la teoría de la relatividad general se considera al tiempo como una dimensión del espacio, dando así origen a la noción espacio-tiempo. Mientras que en la teoría de la relatividad es cuatridimensional, en la teoría de cuerdas, dependiendo de la versión, se postulan 11 o más). La razón por la cual Poincaré se aferraba a las tres es que, según él, sólo podemos representarnos tres y que no necesitamos representarnos más, dado que vivimos en un mundo tridimensional, requerimos representaciones tales que nos permitan ajustarnos a nuestro mundo y sobrevivir a las amenazas que enfrentamos día a día. Le atribuimos tres dimensiones al espacio porque no podemos representarnos una cuarta o una quinta. Pero pudimos ser habitantes de un mundo de cuatro dimensiones y poder representarnos la cuarta dimensión.

La homogeneidad tiene que ver con el hecho de que no importa qué puntos del espacio se elijan, cualquiera sirve de la misma manera para fijar la posición de un objeto. Los puntos del espacio son equivalentes para determinar la aceleración, la velocidad y describir así la posición y movimiento de un cuerpo. Cualesquiera dos puntos queelijamos, por muy distantes o

cercanos que sean entre sí, son equivalentes. Podemos tomar uno o el otro como un punto inicial.

La isotropía se refiere al hecho de que dado un punto, todas las rectas que pasen por él son idénticas entre sí. El espacio tiene las mismas propiedades en cualesquiera direcciones sin importar que punto en él elijamos, por lo tanto si cualquier dirección es equivalente, entonces las rectas que pasan por él, no tendrán diferencia alguna entre ellas.

Ahora bien, el espacio podría carecer de forma, y ser esto una de sus propiedades intrínsecas, pues a partir del hecho de que ninguna geometría tiene evidencia empírica a favor o en contra de la correcta descripción del espacio se puede afirmar que no tiene propiedad geométrica alguna que sea intrínseca a él o bien que tiene una serie de propiedades geométricas intrínsecas incognoscibles . En este sentido Poincaré afirma que el espacio sería amorfo.

Poincaré sostiene en “El espacio y el tiempo” que dado que la geometría no es una ciencia empírica que pueda ser contrastada con el mundo físico, en este caso con las propiedades del espacio, el espacio podría ser carente de forma, pero fluido, suave o maleable y aplicable a todo, dando como resultado una carencia de características geométricas intrínsecas. El estudio de la geometría se remitiría en esta concepción a los objetos sólidos y para nada al espacio. El objeto de estudio de la geometría no sería el espacio y por ende no lo describiría ni lo intentaría describir. Lo único que aprendemos al estudiar geometría son las propiedades que tienen nuestros instrumentos de medición.

Sean cuales fueren las propiedades del espacio, véamos ahora si estamos justificados en creer en la existencia y las propiedades descritas del espacio dadas por las teorías geométricas.

5. EL SEMI-REALISMO Y LA JUSTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL ESPACIO.

Una vez examinada la razón por la cual el espacio es considerado una entidad inobservable a partir de los experimentos de Gauss, Poincaré y Huggett. Veámos qué tanto estamos justificados en creer en su existencia y sus propiedades, i.e., qué tan justificados estamos en el conocimiento que tenemos de él, desde la posición del semi-realismo.

El semi-realismo, al ser una postura escéptica selectiva, sugiere que no se crea de manera ciega en todas las afirmaciones que conforman una teoría. Hace énfasis en la capacidad que tiene uno para forjar un contacto causal con las entidades para poder estar justificados en menor o mayor grado en el conocimiento de una entidad postulada por una teoría determinada.

En el marco estricto de una teoría particular, es como se puede, según el semi-realismo, determinar nuestro grado de compromiso epistémico con los elementos de la misma. Sólo se debe creer con un grado alto de confianza en los elementos que son indispensables para interpretar mínimamente una ecuación matemática.

Todo aquello postulado por la teoría que no sea necesario para darle sentido a una fórmula matemática que esté inserta en ella debe ser tratado con escepticismo o agnosticismo, pues la ecuación expresa relaciones entre las propiedades de las entidades postuladas por la teoría y las variables que encontramos en la ecuación nombran tales propiedades. Tales relaciones expresadas por ecuaciones son de tipo causal, es decir, las ecuaciones expresan relaciones causa-efecto.

Desde el marco conceptual de la física clásica, se dice que la causa del movimiento de un cuerpo es la fuerza que se aplica sobre él, tal como afirmaba Newton. Por otro lado, Newton establecía que los cuerpos se movían respecto al espacio absoluto, sólo así se podría hablar del movimiento verdadero u absoluto de un cuerpo o cuestión, sin relación a ningún otro cuerpo físico.

Newton sostenía que el espacio absoluto fuese la causa de que los cuerpos tengan inercia –de que en ausencia de una fuerza los cuerpos permanezcan en estado de reposo o movimiento. Por lo tanto, para Newton el espacio absoluto sería la causa de los efectos de fuerzas tales como la centrífuga.

La forma de detectar esta entidad, decía él, era mediante el experimento en el que una cubeta sujetada del mango por una cuerda sujetada en el techo se hiciera girar en virtud de torcer la cuerda mostrando así que la causa del movimiento del agua dentro de la cubeta es la fuerza aplicada a la cuerda y no el movimiento de la cubeta que resulta también de haber torcido la cuerda y así también, decía él, se demostraba la existencia de una entidad que sirviese de marco de referencia absoluto de los movimientos de los cuerpos -el espacio absoluto-.

Sin embargo, hay una forma de leer la segunda ley de Newton en la que se puede evitar hablar en términos del espacio absoluto, cuando establecemos que la fuerza aplicada a un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración e inversamente proporcional a su masa y nada más. (Lo cual es denominado “interpretación mínima” por parte del semi-realismo).

Ahora bien, si toda explicación científica fuese de tipo causal, entonces la sugerencia escéptica del semi-realismo aplicaría para todas las ciencias. De lo contrario, no. Cabe señalar aquí que las explicaciones en ciencias formales no son de tipo causal, así como en otras ciencias, sobre todo muchas ramas de las ciencias sociales. Por lo tanto, la actitud escéptica sugerida por el semi-realismo no podría ser aplicada, en principio, en teorías que no estén desarrolladas en términos causa-efecto o disposicionales, tales como las matemáticas, la lógica, algunas áreas de la biología, etc.

Cabe señalar aquí que, en sus inicios, también las teorías físicas no eran explicaciones causales, y comúnmente se dice que no eran científicas como lo entendemos ahora. Es común hoy en día, para el teorizar de la física y la química, dar explicaciones en términos causales, pero ¿qué pasa con algunas áreas de la biología y otras ciencias naturales en donde encontremos teorías en términos no-causales? Igualmente la actitud escéptica selectiva del semi-realismo no podría ser aplicada o si la aplicamos careceríamos de buenas razones para creer en la existencia de las entidades y propiedades que postulan las teorías matemáticas, lógicas, etc. (Aunque habría que analizar con detalle lo que sostienen matemáticos platonistas como Kurt Gödel).

La misma suposición de que hay causas y efectos es y ha sido a través de los años duramente criticada por filósofos de corte empirista quienes la consideran algo metafísico y debido a su repudio por cuestiones de éste tipo, la rechazan tajantemente y consideran que sólo hay una sucesión de eventos y no una relación causa-efecto.¹⁰⁰

¹⁰⁰ Véase: Hume, (1978).

Es un hecho que el marco ontológico desde el que parte la investigación empírica en ciencias como la física y la química, así como algunas ramas de otras ciencias como la biología, es un marco que incluye causas y efectos, sin estos dos elementos mucho de lo que afirman carecería de sentido.

Sin embargo, fuera de estos ámbitos, hay explicaciones que no apelan a causas. Por lo tanto, la manera de aplicar el escepticismo selectivo sería controversial, pues siguiendo estrictamente la política sugerida por el semi-realismo, un realista debería dudar o no pronunciarse a favor o en contra de la existencia de entidades tales como los números, el espacio, etc. y algunas otras entidades de otras ciencias, como la biología o la sociología que no fueran descritas en términos causales.

El semi-realismo no afirma que nos deshagamos de o desechemos todo aquello que no esté descrito en términos de propiedades causales, sólo que tengamos poca confianza en afirmar que existe o que tiene las propiedades atribuidas por las teorías que las postulan. Sólo se puede estar seguro de o justificado en la existencia de una entidad y sus propiedades, cuando es necesaria para interpretar mínimamente la ecuación que expresa determinadas relaciones entre sus propiedades con las propiedades de otras entidades, relaciones que han sido identificadas a través del contacto causal que hemos forjado con ellas y que se expresan en términos de causa-efecto.

A pesar de que muchos teóricos o personas comunes crean en la existencia de entidades que parece carecen de propiedades causales, tal como, “los números”, “la lucha de clases”, “la sociedad”, “el gobierno”, “la mente”, etc. el semi-realismo sugiere tratarlas con cautela. Sólo hasta que 1) se describan estas entidades en términos de propiedades causales, 2) se hayan detectado mediante aparatos u otros medios tales propiedades y 3) se hayan establecido las relaciones que guardan entre sí y con otras propiedades de otras entidades, así como se hayan expresado éstas en fórmulas matemáticas uno puede estar bastante seguro, aunque no sea completa o absolutamente, de que tales cosas existan. Sólo si se cubren los tres requisitos anteriores, uno puede tener una confianza mucho mayor en que tales cosas existen, que tienen las propiedades que se le atribuyen y que muy seguramente se mantendrán presentes en la teoría sucesora.

En el caso específico del espacio, visto desde la geometría, es decir, concebido como un objeto matemático, un objeto abstracto, un semi-realista no puede tener un alto grado de confianza

en su existencia, ni en sus propiedades, pues no se ha establecido, en principio, vínculo causal alguno con sus propiedades (de hecho sólo tiene propiedades geométricas, no causales, tales como su métrica, al menos en principio).

Tal vez el espacio exista y tenga propiedades geométricas, pero esto no es algo que se pueda garantizar debido a nuestra falta de capacidad perceptual y de medios de detección para forjar vínculo causal alguno y significativo con la entidad en cuestión que baste para expresarlo de manera cuantitativa en una ecuación.

En general, cualquier objeto abstracto, tales como los de las matemáticas y la lógica, al carecer de propiedades de detección no tenemos la capacidad de establecer un contacto causal significativo con él, luego no hay ecuaciones que expresen relaciones entre propiedades de primer orden como las de detección, llevando a sostener un poco o nulo grado de confianza en su existencia y en las propiedades que la teoría les pueda atribuir.

Ahora bien, también tenemos que el espacio dentro de las teorías físicas del movimiento de los cuerpos se concibe de una forma un poco distinta. El espacio es un tipo de medio en el cual están todos los objetos físicos y en el que se pueden desplazar ya sea con aceleración constante o variable. Es visto como un objeto cuasi-concreto, un objeto que es concebido con propiedades concretas, tales como longitud, entre otras, y otras abstractas.

Sin embargo, dentro del marco específico de la teoría de Newton, encontramos la idea de que el espacio sea absoluto, un referente universal para la posición de todos los cuerpos. Y a la luz de la interpretación semi-realista éste no desempeña papel alguno para darle sentido a las ecuaciones, tales como la de la segunda ley " $F=ma$ ". Por lo tanto, dentro de este marco teórico, siguiendo la actitud escéptica del semi-realismo, no debemos creer en su existencia ni en las propiedades que la teoría de Newton le haya atribuido, no así en las fuerzas, las masas y la aceleración. Mientras que para estas últimas si tenemos medios e instrumentos para detectarlas, no así para el espacio absoluto.

CAPÍTULO VI. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIÓN FINAL

En esta última parte del presente trabajo examinaré las virtudes y defectos que algunos filósofos encuentran en la posición semi-realista y en el desarrollo metafísico que Chakravartty lleva a cabo en su libro *“A Metaphysics for scientific realism”* para poder fundamentar su versión del realismo científico.

En la primera parte expondré una serie de virtudes que algunos autores encuentran en la posición semi-realista y el trabajo desarrollado por su defensor para fundamentarla. En la segunda parte se coloca bajo lupa la versión del realismo científico defendida por Chakravartty mediante la exposición de críticas a algunos de sus aspectos o tesis principales. En la tercera parte se evalúan tales críticas y se responde a ellas en la medida de lo posible a la luz del conocimiento por mi parte de lo que implica la posición semi-realista expuesta en el capítulo III.

Por último se cierra esta parte final con una conclusión acerca de todo lo investigado para la elaboración de la presente tesis y todo lo que se ha expuesto a lo largo de la misma.

1. VIRTUDES DE LA POSICIÓN SEMI-REALISTA

Para Rickles¹⁰¹, una de las virtudes de la versión realista hecha por Chakravartty consiste en el intento por sintetizar los mejores aspectos de las posiciones realistas más defendibles y quitar los peores con el fin de desarrollar la versión más defendible posible del realismo científico.

Rickles¹⁰² valora positivamente la versión realista de Chakravartty por el intento de escapar a la conclusión del AIP a través de la actitud esceptica selectiva que su posición involucra. Esto se debe a que Rickles es de la idea de que un aspecto importante de cualquier posición realista debe ser su capacidad para escapar de la conclusión del argumento de la inducción pesimista y que para lograr esto se necesita desarrollar e incluir una determinada actitud escéptica selectiva.

¹⁰¹ Rickles, 2009.

¹⁰² Idem.

Ahora bien, en cuanto al libro último de Chakravartty se refiere donde además de exponer su versión realista científica aborda los fundamentos metafísicos de la posición realista que él considera como la más plausible: el semi-realismo. Éste tiene la gran virtud, según Rickles, de abordar la discusión entre realistas y anti-realistas no desde el marco tradicional, sino desde el marco de los fundamentos metafísicos de la posición realista para entender mejor en qué consisten los compromisos de la misma.

Steiner¹⁰³ evalúa positivamente de manera general la postura semi-realista cuando sostiene que su desarrolladores brinda una versión realista coherente y completa de la mano de la elaboración de teorías metafísicas en su más reciente libro concerniente a la causalidad, tipos naturales, etc., que dan los cimientos a la posición.

El semi-realismo, para Steiner, es una versión del realismo científico moderna y refrescante que a primera vista parece ser muy plausible y el siguiente peldaño de la escalera evolutiva del realismo científico.

Siguiendo la misma línea, para McArthur¹⁰⁴ el semi-realismo tiene el mérito de intentar que el realismo estructural pueda incorporar la posibilidad de conocer algo de la naturaleza de los inobservables y que el realismo de entidades pueda incorporar algunos aspectos de la teoría en los que los inobservables capaces de ser manipulados son postulados. Pero como está se enfrenta a problemas que hacen que se venga abajo, por lo que de la mano de una cuidadosa reformulación bien puede convertirse en una versión plausible del realismo estructural.

Valeriano Iranzo¹⁰⁵ califica positivamente al semi-realismo por ser un realismo causalista novedoso. El aspecto de esta postura que llama la atención para Iranzo consiste en la postulación de procesos causales como el "relata" de las relaciones causales en lugar de eventos.

¹⁰³ Steiner, 2010.

¹⁰⁴ McArthur, 2006.

¹⁰⁵ Iranzo, 2010.

En lo que respecta a los límites de este trabajo, no se aborda el estudio de teorías de la causalidad que sean acordes al realismo científico, pero a lo largo del trabajo desarrollado resulta evidente que el semi-realismo necesita aclarar el sentido en que las "propiedades causales" sirven para justificar la creencia en y el conocimiento de determinadas entidades, pues ulteriormente se requeriría una teoría de la causalidad que justifique la creencia en la existencia de "causas" y su relación con la justificación del conocimiento.

El autor de esta postura en un inicio presenta de manera preliminar las características de una teoría de la causalidad que se ajuste a la tesis sostenida por el semi-realismo y en la parte de su libro dedicada a los fundamentos metafísicos la trata de elaborar más a fondo, aunque queda a deber en varios aspectos. Sin embargo, para los fines del presente trabajo escapa una revisión a fondo sobre esta relación que bien podría abordarse en un trabajo posterior.

Otro aspecto que no se aborda en el presente trabajo es la teoría de verdad que puede albergar el realismo científico en su seno. Sin embargo, cabe aquí decir que los realistas suelen adoptar normalmente una teoría de verdad como correspondencia o que tal teoría se presupone para dar sentido a la interpretación realista de las teorías científicas. Recuérdese que el realismo científico, según Chakravartty, tiene tres componentes: 1. El ontológico, el semántico y el epistemológico.¹⁰⁶ Tal teoría de la verdad es la que está de fondo en la semántica realista, pues según ésta las afirmaciones teóricas deben ser verdaderas o falsas. Sin embargo, para evaluar todo el conjunto de estos enunciados teóricos, o teorías completas, se introduce la noción de "verdad aproximada".

Cuestiones acerca de la verdad de las teorías son desarrolladas por el autor de manera preliminar e intuitiva en su libro "*A Metaphysics for scientific realism*". La teoría de la verdad para las teorías allí expuesta emplea una noción de verdad aproximativa interesante y alejada de las cuestiones cuantitativas de verosimilitud o aproximación a la verdad desarrolladas por Karl Popper. Debido a este aspecto novedoso Iranzo nuevamente da buena calificación al semi-realismo. Aunque él encuentra deficiencias y falta de desarrollo en algunos aspectos, considera que es una idea que merece la pena ser examinada.

¹⁰⁶ Chakravartty, 2007, p. 9.

La virtud del semi-realismo consiste en ser una postura que intenta evitar la conclusión del AIP y seguir abrazando la conclusión del ANM en virtud de la afirmación de que el compromiso realista debe constreñirse a las propiedades bien detectadas y a los objetos en las que éstas coheren o se depositan.

Chakravartty, una vez que presentó su semi-realismo en 1998, se da a la tarea en su reciente libro de abordar algo que los filósofos de la ciencia que pretenden ser realistas no tratan frecuentemente: el desarrollo sistemático de los fundamentos metafísicos a fines a la postura realista científica que el desarrolló. Esta tarea es evaluada positivamente por Iranzo, Steiner y Rickles.

2. CRÍTICAS EN LA LITERATURA RECIENTE HACIA EL SEMI-REALISMO

A. Crítica al criterio de demarcación entre los elementos de las teorías que son retenidos y los que no propuesto por el semi-realismo en el seno del cambio teórico: propiedades de detección y auxiliares.

Rickles¹⁰⁷ considera que hay dificultades en la división entre lo que uno puede creer de manera justificada de una teoría y lo que no a partir del criterio de demarcación establecido en el seno del semi-realismo entre propiedades de detección y auxiliares.

Para Rickles¹⁰⁸, la distinción entre propiedades de detección y auxiliares se colapsa a partir del hecho, según él, de que ambas muestran fragilidad a la luz del cambio teórico. Es decir, no es cierto que las propiedades de detección sean más robustas que las auxiliares con respecto al cambio teórico para no ser desechadas de la forma en que las auxiliares lo son y por ende la restricción semi-realista de creer sólo en las propiedades de detección carecería de fuerza.

El caso que muestra que tanto las propiedades de detección y auxiliares corren el mismo riesgo de ser desechadas con el paso del cambio teórico, según Rickles, proviene del experimento de la cubeta como medio para detectar el espacio absoluto postulado por

¹⁰⁷ Rickles, 2009.

¹⁰⁸ Idem.

Newton. Éste muestra que a pesar de que tal entidad se definió en términos de propiedades de detección, fue desechada a la luz de una interpretación posterior dada por la teoría de la relatividad de este mismo experimento.

Ahora bien, sí, como afirma el semi-realismo al incorporar la tesis del realismo de entidades, no basta sólo con definir a las entidades en términos de propiedades de detección, sino en la capacidad que tenemos para manipular dichas entidades y poder interactuar con otras (sirviendo así como medios de detección para otros procesos u objetos), entonces la postura semi-realista corre el riesgo de enfrentar las mismas dificultades del realismo de entidades: dejar mucho de las cosas que son de interés para la física moderna y la cosmología fuera del campo de lo que estamos justificados en creer y conocer.

B. La postura semi-realista se viene abajo porque el realismo de entidades y el realismo estructural no se implican mutuamente, i.e., no hay forma que uno se siga del otro, de que se sinteticen en una sola y nueva postura: el semi-realismo.

Para Rickles¹⁰⁹, la tesis principal en la versión realista de Chakravartty es que el realismo de entidades y el realismo estructural están estrechamente vinculados mediante el eslabón que proporcionan las “propiedades de detección” (propiedades causales que conducen a los realistas de entidades a creer en la existencia de las entidades postuladas por las teorías).

Las relaciones entre estas propiedades son las que definen las estructuras que los realistas estructurales dicen encontrar expresadas a través de las ecuaciones matemáticas insertas en las teorías, según Chakravartty. Por lo tanto, el conocimiento de las propiedades de detección implica el conocimiento de los particulares que las tienen, pues es en los particulares donde se encuentran juntas las propiedades compresentes de acuerdo a determinadas regularidades.

Esta idea básica (la cual es la central de la postura semi-realista de Chakravartty) de que cualquier versión defendible de realismo científico requiere involucrar estas propiedades causales y los particulares (entendidos en un sentido mínimo) que éstas revelan y relacionan

¹⁰⁹ Rickles, 2009.

es lo que el autor desarrolla y defiende a lo largo de su última obra "*A Metaphysics for scientific realism*".

Sin embargo, la afirmación de que sea necesario postular y creer en la existencia de objetos para poder creer en propiedades bien detectadas es cuestionable y no tan fácil de sostener si se voltea a una serie de aspectos nuevos provenientes de la teoría de campo y de la relatividad clásica general que apoyan la plausibilidad del realismo estructural óptico.

Rickles¹¹⁰ reprocha que Chakravartty critique al realismo estructural óptico dentro del marco tradicional de la discusión entre realistas y anti-realistas y que deje fuera de la discusión (es decir, que no tome en consideración) estos aspectos nuevos presentados por la reciente literatura en la filosofía de la física (teoría de campos y relatividad general clásica). Estos aspectos permiten ver que hay maneras más o menos directas de motivar el realismo estructural más allá de las meras motivaciones del marco de la discusión estándar, es decir, hay varios motivos para el desarrollo del realismo estructural óptico que no hacen referencia alguna al argumento de la inducción pesimista.

Rickles concluye que hay un alto grado de desconfianza en la tesis de que el realismo estructural vaya en dirección del realismo de entidades y que ambos desemboquen en el semi-realismo. Esto se debe a la posible desconexión entre el semi-realismo y las teorías con las que uno mantiene una posición realista a partir de que hay aspectos de las teorías de campo y la relatividad general que parecen sugerir que la noción de un paquete coherente de propiedades causales localizadas espacio-temporalmente se desquebraja por dos razones. Primera, las magnitudes fundamentales violan el principio de separabilidad y sobrevivencia de Hume. Segunda, la invariación difeomorfa prohíbe una noción de magnitudes que sean localizadas en el espacio-tiempo lo que parece prohibir la visión de que las propiedades monádicas sean fundamentales.

Además de este autor, tenemos a Daniel McArthur¹¹¹, quien desarrolla en otro tenor la crítica de que el semi-realismo es insostenible debido a que el realismo estructural no implica al

¹¹⁰ Rickles, 2010.

¹¹¹ McArthur, 2006.

realismo de entidades y así ambos no se implican mutuamente como lo establece la postura semi-realista. A continuación se muestra el desarrollo de tal crítica, que a mi parecer es más elaborada y un poco difícil de seguir a detalle.

El realismo de entidades y el realismo estructural se consideran usualmente como posiciones mutuamente excluyentes u opuestas. Sin embargo, Chakravartty trata de reconciliarlas refinando sus aspectos negativos y conservando los positivos.

El lado positivo del realismo de entidades es su compromiso con la creencia en la existencia de entidades inobservables con las que hemos forjado un contacto causal tal que nos permita usarlas para investigar a otras entidades inobservables. Su lado negativo es que no se compromete con las propiedades que la teoría le atribuya a estas entidades inobservables. Si se refina esta afirmación de manera que un realista científico se pueda comprometer con algunas de las propiedades que la teoría le atribuye a las entidades inobservables de la manera en que lo hace el semi-realismo al afirmar que el realista científico debe comprometerse con las propiedades de detección, entonces podemos desembocar a la posición estructuralista debido a que gracias a estas propiedades es que obtenemos conocimiento de las relaciones expresadas por las ecuaciones matemáticas, i.e., aspectos estructurales, que se dan entre entidades o procesos.

En cuanto al realismo estructural se refiere, su aspecto positivo radica en su compromiso con el conocimiento del aspecto estructural de las entidades inobservables, i.e., las relaciones que guardan entre sí. Mientras que su lado negativo es su falta de compromiso con las entidades (y sus propiedades) que entran en tales relaciones. Si se reformula este compromiso de manera tal que el realista esté obligado en creer en lo que entra en relación de la manera en que el semi-realismo lo hace al sostener que en última instancia se debe creer en las entidades porque es en estas donde coheren las propiedades de detección, entonces se llega al realismo de entidades.

A pesar de que el realismo estructural niega que se pueda conocer algo de las entidades inobservables (lo que vendría siendo para esta postura, la naturaleza de estas entidades), esta posición requiere, según Chakravartty, aún comprometerse con la existencia de las entidades que guardan las relaciones expresadas por las ecuaciones matemáticas. El realista estructural

necesita creer que algo se relaciona en las relaciones que descubre. Según el semi-realismo, la mera existencia de una entidad más alguna de las leyes que esta obedece da como resultado el realismo de entidades. La suma del Realismo de Entidades y del Realismo Estructural da como resultado el semi-realismo.

Por otra parte, el semi-realismo responde a las críticas de Psillos hechas al realismo estructural: la importación de una distinción falsa entre estructura y naturaleza. Al negar la posibilidad de obtener conocimiento de la naturaleza de las entidades inobservables, el realismo estructural hace de la idea de estructura, una noción vacía. Entonces, para que la noción de estructura no sea vacía, se debe aceptar la posibilidad de conocer al menos unas propiedades básicas de las entidades inobservables (las propiedades de detección) y ser escépticos respecto a otros tipos de propiedades (las auxiliares).

De esta manera, se permite elaborar una versión del realismo estructural que permita obtener conocimiento no sólo del aspecto estructural de los inobservables, sino también de su naturaleza. (Entendiendo por naturaleza un conjunto de propiedades básicas que toda entidad física debería tener con el fin de poder ser detectada o manipulada, es decir, propiedades que hacen que las entidades obedezcan ciertas leyes naturales). Chakravartty sostiene que esta versión del realismo estructural es más plausible y evita la dificultad de que la distinción entre naturaleza (entendida como un sustrato metafísico incognoscible) y estructura sea falsa e implausible.

McArthur¹¹² acepta que al examinar con detenimiento la noción de propiedad de detección como parte fundamental de cualquier entidad con la que se ha forjado un contacto causal importante o en el mejor de los casos, una manipulación, (aspecto en el que el realismo de entidades hace hincapié para estar justificados en la creencia de una entidad) se puede llegar a la tesis del realismo estructural de que podemos conocer aspectos relacionales del mundo, i.e, la estructura.

Sin embargo, no está de acuerdo en que el realista estructural pueda sostener que se pueda conocer aspectos de la naturaleza de los inobservables aún cuando por naturaleza se entienda

¹¹² McArthur, 2006.

un conjunto mínimo de propiedades intrínsecas como las de detección, pues a la luz del cambio teórico aún estas propiedades han sido reformuladas de manera tal que parece imposible afirmar que la teoría T2 o sucesora se refiere a lo mismo que la teoría T1.

En el caso de la transición entre la teoría de onda de la luz de Fresnel hacia la electromagnética de Maxwell la primera brinda un conjunto de ecuaciones que describen cómo la luz (no polarizada) se propaga como una onda a ángulos rectos respecto a la dirección de incidencia. La amplitud de la onda corresponde a la intensidad de la luz. Este aspecto de la luz es retenido en la segunda teoría ya que retiene las ecuaciones que describen la manera en que la luz se propaga. Las propiedades que hacen que la luz se propague de la manera en que lo hace son las propiedades de detección, según el semi-realismo.

Sin embargo, la intensidad de la luz o la amplitud de onda en la teoría de Fresnel corresponden a la magnitud del desplazamiento de las partículas en el éter elástico. Esta visión no es retenida en la teoría de Maxwell. En la teoría electromagnética de Maxwell la intensidad o la amplitud de onda de la luz no se define en términos de la magnitud del desplazamiento de las partículas en el éter elástico como se hace en la teoría de Fresnel.

Debido a que la magnitud del desplazamiento de las partículas en el éter elástico no juega papel alguno en la detección del comportamiento de la luz como onda, puede ser vista como si perteneciera a las propiedades auxiliares con las que el semi-realismo no está comprometido.

En resumen, en la transición de la teoría ondulatoria de la luz propuesta por Fresnel a la teoría electromagnética de Maxwell hubo una redefinición del término intensidad y/o amplitud de la luz. Por lo tanto, **no se puede sostener la tesis semi-realista de que cierto conocimiento de la naturaleza de la luz es preservado a través de estas dos teorías, (el conocimiento de sus propiedades básicas, tales como las propiedades causales responsables de su comportamiento como tipo de onda).**

Si no se puede sostener que tenemos conocimiento de "algo" de naturaleza de las entidades inobservables a partir del conocimiento de las relaciones que guardan éstas, entonces la idea de que el realismo de entidades y el realismo estructural se implican mutuamente se

desmorona, es decir, la postura semi-realista se vuelve insostenible. McArthur afirma que debido a estos problemas con la referencia de los términos, el semi-realismo no prospera.

Según McArthur¹¹³, para que la afirmación de Chakravartty de que el realismo de entidades y el realismo estructural se impliquen mutuamente se sostenga, es necesario que las nuevas propiedades (ya sean auxiliares o de detección) que son introducidas por la nueva teoría no revisen la concepción del término al grado en el que no se pueda decir realmente que es la misma entidad a la que hace referencia la vieja teoría.

McArthur¹¹⁴ señala que aunque Chakravartty (siguiendo a Psillos, 1995) niega que la redefinición de la intensidad caiga, en el caso de Fresnel/ Maxwell, en esta categoría (una definición que revise completamente al término empleado en la teoría anterior), el punto es considerablemente forzado por el autor ya que las propiedades del campo desincorporado (Teoría de Maxwell) no son en lo absoluto como las propiedades del éter (Teoría de Fresnel) (ya que la amplitud corresponde a la variación en la fuerza de la carga, no en el desplazamiento de moléculas), llamarlos la misma "entidad" es tasar la idea básica del realismo de entidades muy alto. Y añade que no vale la pena examinar el punto con mucho detenimiento ya que la idea se cae totalmente cuando se consideran las teorías contemporáneas de la luz debido a que en éstas define la naturaleza de la luz de una manera tal que se revisan completamente la definición de la naturaleza de la luz dada por la teoría de Maxwell.

En el caso de la transición de la teoría de Fresnel a la de Maxwell hay una redefinición del término intensidad-amplitud (la cual es una propiedad de detección de la luz para la postura semi-realista dado que aparece en ambas ecuaciones y es necesaria para interpretarlas) que no permite garantizar que ambas teorías describían la misma entidad (la luz) definiendo una misma naturaleza para ésta.

En el caso de las teorías mecánico-cuánticas modernas de la luz las ecuaciones de Maxwell aún permanecen como casos límite. Sin embargo, en estas teorías (incluso como casos límite) la intensidad-amplitud se define de manera muy distinta a las teorías de Fresnel y Maxwell. Esta

¹¹³ McArthur, 2006.

¹¹⁴ Idem.

vez no como una onda en lo absoluto, sino en términos de las propiedades de los fotones (es decir, las probabilidades de su detección en una localización dada y la cantidad detectada allí). Esto no puede ser reconciliado con viejas versiones de la intensidad de la luz en lo absoluto.

Decir que las propiedades del éter y los fotones se refieren a la misma entidad es reducir el realismo de entidades a la trivialidad al señalar nada más que el hecho de que las nuevas teorías y las viejas todas parecen hacer referencia a "algo". El punto se vuelve más interesante a partir de que uno no puede relegar las características redefinidoras de las teorías modernas al status auxiliar dispensable ya que exactamente las características redefinidoras, como la intensidad que se relaciona con las cantidades de fotones, han pasado desde hace mucho de ser propiedades auxiliares a propiedades de detección.

Debido a que el semi-realismo carece de una teoría de la referencia que garantice que los términos de una teoría T1 y su sucesora T2 a pesar de ser los mismos signifiquen lo mismo, específicamente, que las propiedades de detección sean preservadas y sean definidas de la misma manera entre teorías sucesivas, entonces el realismo estructural y el realismo de entidades no se implican mutuamente, concluye McArthur.

C. El semi-realismo se enfrenta con el problema de la referencia que el realismo estructural propuesto por Worrall ya había solucionado.

Al intentar afirmar que es posible obtener conocimiento de la naturaleza de los inobservables, el semi-realismo elabora una noción de naturaleza tal que las propiedades de detección, necesarias según el semi-realismo para que haya relaciones entre los inobservables, sean consideradas como parte elemental o básica de cualquier entidad inobservable postulada por cualquier teoría, i.e., que conformen parte de la naturaleza de los inobservables. Esto es digno de aplaudir.

Sin embargo, al mismo tiempo tal y como lo señala McArthur¹¹⁵ se topa con la dificultad de que incluso estas propiedades son redefinidas en instanciaciones del cambio teórico a tal grado que parece imposible sostener que una propiedad X en una teoría T1 a pesar de ser

¹¹⁵ McArthur, 2006.

retenida en una teoría T2 sea definida de la misma manera que en T1 o signifique lo mismo de manera tal que podamos decir que es la misma propiedad X de la teoría T1.

Esta objeción surge de la mano de la crítica anterior de que el semi-realismo no se sostiene porque el realismo de entidades y el realismo estructural no se implican mutuamente a pesar de los intentos por reformular los aspectos negativos de ambas posturas de manera tal que sean compatibles entre sí.

McArthur¹¹⁶ considera que es mejor quedarse con el realismo estructural tal y como está formulado porque tiene ventajas sobre el semi-realismo: la evasión del problema de la referencia al negar la posibilidad de conocer algún aspecto de la naturaleza de las entidades que entran en relación entre sí. Recuérdese que para la versión estructuralista de Worrall un par de teorías dado un cambio teórico hacen referencia a cualesquiera cosas (entidades o procesos) que satisfagan las relaciones expresadas por las ecuaciones que están insertas en ellas y nunca sostiene que la teoría antecesora y la sucesora se refieran a lo mismo, sino que “lo mismo” da si son iguales o no, sólo interesa que sea lo que sea satisfaga las relaciones dadas por la ecuación.

D. El semi-realismo no sirve para la interpretación realista de teorías y el cambio teórico de ciencias como las formales y las sociales.

Steiner¹¹⁷ hace notar que debido a que el semi-realismo toma como hecho bruto que las propiedades causales sobre las que las teorías científicas versan coheren en objetos (entidades o procesos postulados por las mismas), se enfrenta con la dificultad mayúscula de no poder brindar una interpretación realista de las teorías científicas que caen dentro de los rubros de las ciencias sociales y formales en virtud de su aceptación y el progreso que se da en seno a la luz de los diversos cambios teóricos.

¹¹⁶ McArthur, 2006.

¹¹⁷ Steiner, 2010.

E. Es irrelevante que la teoría causal desarrollada para fundamentar la tesis del semi-realismo sea compatible con la objeción de Hume ya que aún así queda sin justificar porque deba aceptarse la tesis de esta postura para la interpretación de las teorías y la explicación del cambio teórico.

Para Iranzo¹¹⁸ carece de relevancia el hecho de que la versión realista de Chakravartty sea compatible con la concepción Humeana de la causalidad en virtud de la teoría causal basada en procesos desarrollada por el autor para fundamentar su postura realista, ya que lo que un realista debe responder no son cuestiones sobre la causalidad, sino asuntos relacionados con la explicación del éxito de las teorías y el cambio teórico.

F. La noción de verdad aproximativa que Chakravartty propone para ir de la mano con su postura realista tiene huecos y no permite establecer un criterio de comparación mediante el cual se pueda determinar qué teoría dentro de un conjunto de dos o más está más próxima de la verdad.

La noción aproximativa de verdad de Chakravartty incorpora dos elementos: el contenido informativo y la exactitud en la caracterización de la naturaleza de las propiedades y relaciones representadas. Ahora bien, lo usual en las ciencias es que modelos y teorías tengan cierto grado de abstracción e idealización respectivamente. Si todo es igual, aquellas teorías y modelos más abstractos (menor cantidad de parámetros) poseerán menor contenido informativo y así menor grado de verdad. Por otra parte, los modelos y teorías idealizados, es decir, que parten de supuestos no verificados como verdaderos o falsos, estarían más cercanos a la verdad en cuanto más precisos sean en su descripción de lo que pretenden representar.

¹¹⁸ Iranzo, 2010.

G. El marco metafísico desarrollado por el autor para fundamentar su postura realista, si bien ayuda a entender los compromisos que mantiene cualquiera que lo adopte, resulta innecesario para argumentar a favor de ella.

Iranzo ¹¹⁹considera que si bien el tratamiento de los fundamentos metafísicos de las posturas realistas es algo digno de aplaudir, crítica que este esfuerzo parezca en vano a la luz de que el marco metafísico desarrollado por el autor aunque es coherente con su postura no brinda razones para adoptar su postura en vez de otras.

Iranzo presenta un contraejemplo a esta idea a partir del caso de adición de parámetros al sistema de Ptolomeo, pues aunque se logre hacerlo menos idealizado mediante la inclusión de más parámetros (hacerlo más preciso en su descripción de los astros) no se acerca más a la verdad.

Según Iranzo ¹²⁰, a partir de la noción propuesta por Chakravatty, dado un par de teorías, si una de las dos está más idealizada y es menos abstracta que la otra, no se puede obtener un criterio de comparación de manera fácil que determine cuál de las dos está más próxima a la verdad.

3. EVALUACIÓN Y POSIBLES RESPUESTAS A LAS DISTINTAS CRÍTICAS.

RESPUESTA A LA CRÍTICA A.

Se debe examinar el sentido en que se afirma que el espacio absoluto tiene propiedades de detección. Para empezar, si afirmamos que tiene propiedades de detección es porque suponemos que en algún sentido es un cuerpo físico o concreto y que se relaciona con otros cuerpos de la misma naturaleza. Ahora bien, ¿De qué manera se relacionan el espacio absoluto y los cuerpos físicos? ¿Hay una ecuación que exprese las relaciones entre el espacio absoluto y los cuerpos físicos? ¿Hay alguna forma de cuantificar alguna de las propiedades que la teoría de Newton le atribuye al espacio absoluto?

¹¹⁹Iranzo, 2010.

¹²⁰. Idem.

Aún si el espacio absoluto, dentro del marco y la interpretación de la mecánica de Newton, es definido en términos de propiedades de detección ¿Realmente se detectó tal entidad? ¿Cuales propiedades de detección fueron detectadas? ¿En qué consisten tales?

Para mí, dentro del marco de la mecánica clásica de Newton, el espacio absoluto es el referente universal para determinar la posición y el movimiento de todos los cuerpos. A la luz de esto, bien puede ser un cuerpo físico o concreto. Esta entidad es postulada por Newton para poder diferenciar los desplazamientos debidos a la aplicación de una fuerza de aquellos de los que no. En un sentido más estricto esta entidad se postula para evitar definir un marco como inercial o no inercial en relación a otro marco inercial determinado, pues el espacio absoluto bien podría ser en última instancia el marco de referencia inercial universal.

En otras palabras, el espacio absoluto es postulado para dar sentido a la distinción entre marcos inerciales (marcos que se desplazan a velocidad constante o están en reposo respecto a otro marco inercial o al espacio absoluto y en el que las leyes de Newton se cumplen y las fuerzas producto de la interacción entre los cuerpos dentro del sistema explican el movimiento o reposo de los mismos) y marcos no-inerciales (marcos que están en movimiento a aceleración constante o cambian de dirección respecto a otros marcos inerciales o al espacio absoluto y en el que las leyes de Newton no se cumplen estrictamente y se deben postular fuerzas que no son producto de la interacción entre los cuerpos en análisis insertos en tal marco –ficticias- para explicar su movimiento).

Newton distingue entre posiciones y movimientos relativos y verdaderos o absolutos. Los últimos tienen que ver con el efecto de fuerzas y los primeros con la ausencia de estos efectos. Lo que genera el movimiento de un cuerpo es la aplicación de una fuerza y una vez en movimiento o reposo un cuerpo permanecerá así a menos que una fuerza se aplique a él.

Definidos así los términos, el espacio absoluto no es causa ni efecto de tales movimientos o estados de reposo, pero debido a que se requiere un referente para decir que algo se movió independientemente de cualquier objeto se postula esta entidad universal. Por lo tanto, no me parece que, aunque Newton haya afirmado haberlo detectarlo, 1) se hayan definido realmente propiedades de detección para esta entidad y que 2) el experimento de la cubeta pruebe la existencia de tal entidad, lo que detecta son los efectos de la aplicación de fuerzas, i.e., sólo hace patente la diferencia entre movimientos producidos por la aplicación de una fuerza y los que no.

En suma, no me parece que esto eche por la borda la distinción entre propiedades de detección y auxiliares y que estar justificados en la creencia y el conocimiento de las primeras corra el riesgo de que creamos en elementos de las teorías que seguramente no serán retenidos. Sin embargo, el hecho de que se retengan elementos entre teorías no garantiza que tales elementos hagan referencia a lo mismo. Esto último me parece una seria dificultad con la que debe lidiar esta postura y es abordada en lo subsecuente.

RESPUESTA A LA CRÍTICA B.

El hecho de que el defensor del semi-realismo pase por alto nuevos aspectos de las teorías de campo y la relatividad clásica que apoyan la idea de desechar el marco ontológico clásico basado en objetos no es tan grave, pues en la elaboración de cualquier trabajo de investigación se pueden cometer omisiones. Sin embargo, la crítica desarrollada por Chakravartty en contra del realismo estructural óptico que fue expuesta en el apartado 4 de la segunda sección del capítulo II tiene que ver más que nada con la idea de que el realismo estructural ontológico no ha dado aún razones suficientes para adoptar el marco metafísico carente de objetos que propone a partir de casos de estudio provenientes de la mecánica cuántica, casos que motivaron en un principio el desarrollo de esta posición eliminativista. La inclusión de sólo estos casos se debe antes que nada a los defensores de dicha posición.

El semi-realista sólo hace ver que tales casos usados en la defensa de la posición eliminativista de objetos no convencen satisfactoriamente a un realista de que deje de hablar de objetos. Si bien puede haber más casos usados en la defensa del realismo estructural ontológico, es menester que quienes defienden la postura los expongan y no así quienes critiquen a la posición. Para fines prácticos y casi de sentido común seguimos empleando el marco ontológico de objetos porque carecemos de necesidad para cambiarlo, según Chakravartty.

Si bien la ciencia nos ha mostrado que muchas de nuestras ideas del sentido común que responden a fines prácticos para guiarnos en este mundo han sido erradas y parecería menester voltear a la mecánica cuántica, la teoría de campos y de la relatividad para ver que no cuadra con estas la idea de objeto como donde coheren propiedades, no se sigue que debamos dejar de emplear el marco ontológico de objetos. Pero surge entonces la pregunta ya no de la validez de emplear o no un marco de objetos sino de cual es el verdadero ¿el qué embona con la mecánica cuántica, la teoría de campo y la relatividad o el que ya embona con muchas teorías de distintas áreas del conocimiento corroboradas anteriormente?

Por cuestiones prácticas deberíamos seguir manteniendo el marco ontológico de objetos, pues encaja en la mayoría de las teorías, hasta toparnos con la situación de que haya muchos más casos en los que la idea de objetos sea insostenible. Si hay sugerencias fuertes que indican que el marco ontológico de objetos debe reemplazarse, éstas deberán ser más y mejor corroboradas para eliminar la idea de objetos, sin embargo, aún así no se podrá eliminar de la plática común de la misma manera que no se quita la idea de que el sol sale todos los días para todos aunque sepa la gente que ha asistido a la escuela a un nivel básico que el sol no sale, sino que está fijo respecto a la Tierra y que esta es la que gira a su alrededor dándonos la sensación de que sale el astro rey.

Estoy de acuerdo con McArthur en que a primera vista y de manera tradicional el realismo de entidades y el realismo estructural son posturas irreconciliables y que con que se muestre que una de las dos no implica la otra se viene abajo la idea de que ambas se implican mutuamente.

Por lo tanto, se debe enfocar la atención en algo que imposibilite el paso de una postura realista a la otra. Según McArthur el hecho de que las propiedades de detección también sufren una revisión radical en los casos de cambio teórico no se puede sostener que obtenemos conocimiento de la naturaleza de los inobservables y que debemos replegarnos a la posición realista estructural que nunca podrá conducirnos a la creencia en las entidades que entran en relación ni en sus propiedades más fundamentales echando por la borda la idea del realismo de entidades.

La revisión radical que sufren tales propiedades tiene que ver con el problema de la referencia de los términos teóricos el cual nos conduce a la siguiente respuesta acerca de la crítica C. Y debido a que si afecta tal problema a la idea fundamental del semi-realismo de creer sólo en las propiedades bien detectadas, pues la postura resulta tambalearse.

RESPUESTA A LA CRÍTICA C.

De la mano a la anterior crítica, estoy de acuerdo en que aún y cuando el semi-realismo señale y compruebe que las propiedades de detección son retenidas entre teorías sucesivas y así poder mantener la posibilidad abierta al conocimiento de la naturaleza de los inobservables, requiere de una teoría de la referencia que garantice una propiedad de este tipo definida en la teoría T1 tenga el mismo significado o se refiera a lo mismo que en la teoría T2 y que no sólo sus nombres o etiquetas permanezcan entre teorías.

El problema de la referencia en su forma tradicional hace ver que dado un par de teorías, una ya corroborada y mantenida por muchos años y una sucesora a ésta, aunque los términos empleados en ambas sean los mismos no tienen el mismo significado, es decir, no están definidos de la misma manera y por ende se refieren a cosas distintas o uno de estos dos queda con referente vacío.

Cuando el semi-realismo habla de que en un cambio teórico se mantienen algunas propiedades, las de detección, entre ambas teorías, se enfrenta a la dificultad de asegurar que la propiedad de detección "x" de un inobservable "y" en T1 sea la misma que la propiedad de detección x del inobservable y. Por ejemplo, la propiedad de detección o término "masa" en la teoría de Newton es trasladado a la teoría de la relatividad general de Einstein. En ambas teorías tal término es necesario para interpretar mínimamente las ecuaciones que están en su seno, hay manera de detectar, cuantificar y manipular tal propiedad de manera tal que podamos interactuar con otros objetos en virtud de que poseen la misma propiedad u otras. Sin embargo, ¿realmente "masa" como propiedad intrínseca de un cuerpo en la teoría T1 (teoría mecánica de Newton) quiere decir lo mismo que "masa" en la teoría T2 (teoría de la relatividad general de Einstein)?

Aún afirmando que tales propiedades se retienen, faltaría aclarar si realmente tales se refieren a lo mismo, porque si la teoría sucesora define, por ejemplo, "masa" de manera que no corresponda con "masa" de la teoría anterior, pues no podemos decir que se retuvo tal propiedad, salvo que sólo nos refiramos a la palabra "masa" y no a lo que está describe.

Por lo tanto, la idea de que se retienen las propiedades de detección sería cierta si sólo señalamos que las palabras "masa" y otras se mantienen entre teorías sucesivas, pero ¿un realista estaría feliz con afirmar tal cosa? Más bien quiere afirmar que tales propiedades existen en virtud de que no hay manera de deshacerse de ellas para darle sentido a ecuaciones y detecciones o manipulaciones, sin embargo, ¿puede asegurar que la propiedad "masa" se define de igual manera en una serie de teorías sucesoras? Si no puede hacerlo entonces no son la misma propiedad, si no algo distinto y tales propiedades no permanecen, sino que cambian dado un cambio teórico.

Así las buenas intenciones del semi-realismo quedan como un mero intento fallido por responder al AIP y abrir la posibilidad de conocer algo de la naturaleza de los inobservables, dejando las cosas como están y contentarnos con la posición del realismo estructural de

Worrall que evita el problema. Pero cuidado, que se pueda evitar para nada significa que lo resuelva, y que no hayamos podido resolverlo aún, no quiere decir que no tenga solución.

Personalmente valoro los intentos serios por resolver cualquier problema y a la vez estoy consciente que toda posición realista que intente abrir la posibilidad de conocer la naturaleza de los inobservables se enfrentará al problema de la referencia. Por lo tanto, si queremos mantener esa posibilidad, debemos desarrollar una teoría de la referencia acorde con las pretensiones del semi-realismo que salga triunfante.

RESPUESTA A LA CRÍTICA D.

Pues efectivamente, el semi-realismo, al ser una postura escéptica selectiva que sólo opta por creer en las propiedades que hemos detectado satisfactoriamente (y ulteriormente en los inobservables que tienen tales propiedades) en virtud de las cuales podemos darle sentido a las diversas ecuaciones que se encuentran en el seno de distintas teorías deja afuera del compromiso realista en la existencia y el conocimiento de entidades que encontramos en las ciencias formales (lógica y matemáticas) y muchas áreas de las ciencias sociales.

El semi-realismo tiene la virtud y el defecto de ser una postura realista muy estrecha. La virtud radica en que responde la dificultad impuesta por el AIP y reabre la posibilidad de conocer algo de la naturaleza de los inobservables, pero su dificultad estriba en dejar muchas teorías sin una interpretación realista y los cambios teóricos en diversas áreas científicas sin explicación.

Al ser esto así, cabe la posibilidad de sostener varios tipos de posturas realistas para considerarse un realista para la totalidad de las ciencias. Una postura semi-realista para la física, química y biología, un realismo de tipo platónico para la lógica, las matemáticas y las ciencias sociales. O existe la opción de ser sólo realista a la manera del semi-realismo y defender una postura ficcionalista para las ciencias sociales, por ejemplo. A todas luces esto parece ser poco elegante y práctico, y más grave aún, parecería ser arbitrario o ad hoc, por lo que mejor debería aceptarse una postura realista más abarcante.

RESPUESTA A LA CRÍTICA E.

Que el semi-realismo sea una postura que haga énfasis en las relaciones y propiedades causales lo convierte en una postura realista causalista. Si bien la mayoría de los realismos

científicos causales no se molestan en explicar qué entienden por causa, el semi-realismo si intenta hacer explícito que el compromiso realista es con las propiedades de detección, un tipo de propiedades causales, y las relaciones causales que se dan en virtud de ellas. Sin embargo, el hecho que haya una teoría de la causalidad basada en procesos como sus fundamentos, no justifica por sí mismo la idea de la causalidad, es decir, la creencia por parte de un realista en la existencia de causas, propiedades causales y relaciones causales por igual.

RESPUESTA A LA CRÍTICA F.

Como se mencionó antes más arriba, en el presente trabajo no se abordaron cuestiones vinculadas con las teorías de verdad compatibles con el realismo científico. A pesar de esto es cierto que se requiere aclarar el sentido en las que teorías son verdaderas. Las teorías de verdad como correspondencia aplican muy bien para afirmaciones teóricas de manera individual, pero para evaluar la totalidad de un conjunto de afirmaciones teóricas coherentes y corroboradas que conforman una teoría se habla en términos de “aproximación o acercamiento a la verdad” o “veracidad”.

Si bien se pueden asignar valores de verdad a la teoría en su totalidad y decir que una teoría como la de Newton es estrictamente falsa, pero que a su vez es más verosímil que la de Kepler y menos verosímil que la relatividad general de Einstein, tal como afirmara un realista como Popper, mostrando así que “verdad” y “verosimilitud” no son términos excluyentes sino complementarios, se ha preferido hablar en términos de “verosimilitud” para las teorías en virtud de las conclusiones que muestran argumentos escépticos anti-realistas como el AIP. Sin embargo, cabe la posibilidad de que una teoría más verosímil que sus sucesoras pueda ser de hecho estrictamente verdadera, aunque nunca tengamos medios para determinarlo con 100% de certeza.

La cuestión de la verdad no es algo primordial en el desarrollo del semi-realismo, pero si algo tangencial que el autor desarrolla en su libro en la parte correspondiente a los fundamentos metafísicos del realismo. La noción de verdad aproximada de Chakravartty resulta interesante, pero requiere refinamiento y aclarar más a detalle la diferencia entre abstracción e idealización. Según el autor, la abstracción tiene que ver con eliminación de propiedades no esenciales de una entidad o proceso y la idealización con el hecho de que se considera a algo de una manera que no lo es en realidad con el fin de ayudar a la practicidad.

Sin embargo, no también ¿la abstracción es en un sentido una idealización? Si hacemos una abstracción de un objeto cualquiera, dejaremos propiedades de éste fuera y sólo consideraremos las de interés dado un problema dado. Por otra parte, si idealizamos un objeto cualquiera, lo consideraremos como algo que no es en realidad por mor a la simplicidad del problema, pero al hacer esto, ¿no estamos también dejando propiedades o parámetros de lado?

Ahora bien, ¿en qué sentido se puede hablar de que los modelos y las teorías idealizados que tienen un grado alto de precisión al describir algo? Si, para empezar, al ser idealizados parten de supuestos falsos para pretender describir su objeto de estudio.

Aunque la idea requiere de mayor elaboración, cabe señalar aquí que descripción y predicción no son lo mismo. Aunque se pueden hacer predicciones con cierto grado de precisión de satisfacerse ciertas condiciones ideales, como la predicción del movimiento de un cuerpo despreciando los efectos de la fuerza de fricción, tal y como procedió Galileo en sus estudios acerca de la caída de los graves hasta llegar a niveles más altos de exactitud al incluir más parámetros como la fuerza de fricción y así sucesivamente, la descripción o el fenómeno del movimiento, es decir, qué es o en qué consiste, puede ser muy impreciso o alejado de lo que es en realidad y dependerá del nivel de explicación deseado, pues para ciertos niveles uno quedará satisfecho con determinada teoría.

Por ejemplo, el movimiento puede ser caracterizado por el efecto de las fuerzas resultantes entre la interacción de objetos materiales o por algunas otras que no proceden de tales interacciones o términos de posiciones naturales (Aristóteles), pero ¿qué tan precisa es tal descripción? Para hablar de precisión se requiere algo con que contrastar, un punto de referencia y si pensamos que éste es “el fenómeno real o verdadero” ¿alguna vez podemos afirmar que conocemos cómo es tal cosa o fenómeno en realidad o que tenemos su descripción verdadera?

Ahora bien, hay una relación estrecha entre descripción y predicción. Esta se hace patente cuando se examina que gracias a la descripción del movimiento de los cuerpos en términos de fuerzas (producto de la interacción entre cuerpos materiales o no) se logró hacer predicciones de movimientos de algunos cuerpos celestes importantes, tales como cometas y planetas. La predicción es más exacta o precisa si tomamos en consideración una mayor cantidad de parámetros dentro de un modelo dado. Sin embargo, para que la descripción tenga un alto

grado de precisión requiere de la incorporación de más elementos, tales como propiedades o características del elemento que se pretende describir.

Esto muestra que hablar de grado de precisión para describir algo es complicado, pues si bien existe la posibilidad de estar frente a la descripción real o verdadera, no hay manera de saberlo y mucho menos de emplearla para contrastarla con las múltiples descripciones teóricas que hayamos elaborado hasta ahora. Siempre que determinamos algo como falso es porque tenemos algo que nos sirve para contrastar.

Si bien es cierto que, en la práctica científica se contrastan modelos y teorías nuevos con anteriores para determinar que los anteriores eran estrictamente falsos a pesar de que daban una descripción en cierto grado real o verdadera del fenómeno en cuestión, esto no quiere decir que el modelo o teoría aceptado como “verdadero” o “real” describa o represente el fenómeno en sí mismo, sino que suponemos que esto es así, dada alguna evidencia nueva empírica a favor y que siga explicando la anterior.

RESPUESTA A LA CRÍTICA G.

Si bien el desarrollo de los fundamentos metafísicos de la postura realista sirve para aclarar los compromisos que ésta asume, tal y como lo afirma Chakravartty, no los justifica por sí mismos. Las razones para sostener la idea de que hay que creer sólo en la existencia de inobservables cuyas propiedades hayan sido detectadas o manipuladas y que éstas son parte fundamental de tales entidades o procesos inobservables de manera tal que constituyen su naturaleza deben provenir de hechos empíricos o argumentos elaborados, no sólo de teorías intuitivas que bosquejen la manera en que las cosas deberían ser para dar sentido a la postura realista. Una cosa es develar los compromisos ontológicos y metafísicos de la postura realista y otra cosa argumentar a favor de las tesis que involucran tales compromisos o defender en última instancia la razón de ser de tales compromisos subyacentes. Cada uno requiere una justificación, en su respectivo nivel. Sin unos cimientos fuertes o justificados no podemos elaborar una postura realista sobre ellos que sea robusta y avante.

4. EVALUACIÓN DE LAS DISTINTAS VIRTUDES DEL SEMI-REALISMO.

Es más loable el intento por construir una posición nueva que sólo dedicarse a destruir una ya hecha. Me agrada el intento emprendió por el defensor del semi-realismo para intentar enmendar posiciones que se han probado deficientes en algunos aspectos, arreglando o reformulando tales aspectos y conservando los probados como buenos o incontrovertibles.

Concuerdo en que la posición incorpora elementos nuevos y refrescantes para la discusión entre realistas y anti-realistas así como para los mismos realistas que defienden posiciones que divergen en elementos esenciales.

Me parece buena la idea de desarrollar teorías metafísicas que fundamenten el andamiaje de la postura para poder clarificar los compromisos que ésta implica.

Resulta loable el intento desarrollado por el autor por mostrar que un realista puede aún mantener la esperanza viva de poder conocer algunos aspectos de la naturaleza de los inobservables, aunque no esté seguro de que la noción de naturaleza propuesta sea la más adecuada y que las propiedades de detección deban ser consideradas como parte de la naturaleza de los inobservables sólo por la necesidad de que algo deba dar sentido a las ecuaciones que encontramos en diversas teorías.

Como buena postura realista intenta que al ser adoptada por un filósofo o científico puede seguir siendo apoyada por el ANM y refutar la conclusión del AIP, pero sin sacrificar el conocimiento de la naturaleza de los inobservables.

Bosqueja las teorías de la referencia, las causales, de tipos naturales, etc., que pueden ser acordes a su postura aunque éstas por sí mismas no justifiquen mucho o todo lo que la postura semi-realista afirma.

La posición semi-realista intenta predecir qué elementos de una teoría serán retenidos en un cambio teórico futuro. Aquí encontramos algo novedoso y a la vez arriesgado que no tienen posturas realistas anteriores. Si se toma en serio esta postura, al menos en el campo de la física, y resulta que dado un cambio teórico, no se preservan los elementos que el semi-realista establece una vez que éstos han satisfecho los requisitos impuestos sobre ellos para confiar en que serán retenidos, entonces la postura muy quedaría desechada.

En general, el semi-realismo es una posición interesante que bien vale la pena ser analizada y enmendada para que el realismo científico siga refinándose y responder cada vez mejor a sus detractores. El semi-realismo es un buen intento por superar las dificultades de las versiones realistas más importantes e influyentes que bien podría ser considerado como el último peldaño de una escalera evolutiva de la posición realista que seguramente será dejado atrás por otro intento más sagaz o capaz de enmendar sus deficiencias.

5. CONCLUSIÓN FINAL

Regresando a la primera pregunta de investigación que se asentó en la introducción del presente trabajo, la cual consiste en determinar qué aspectos podemos conocer del mundo inobservable, dando por sentado que hay un mundo externo e independiente de la mente de nosotros –los sujetos- y que hay en éste tanto objetos que escapan a nuestras capacidades perceptuales como los que no, podemos afirmar que hay tres posibles respuestas: 1) sólo el aspecto estructural tal y como lo afirma el realismo estructural, 2) sólo el aspecto causal tal y como lo sostiene el realismo de entidades y 3) tanto el aspecto estructural como el natural dado que no se contraponen y forman un continuo pues al conocer el aspecto relacional del aspecto inobservable del mundo también se adquiere conocimiento de las propiedades de los inobservables que permiten que se relacionen, las cuales son parte de su naturaleza.

La primera posibilidad se ha descartado tradicionalmente por varias razones. Una de ellas es lo problemático que resulta establecer una división entre naturaleza y estructura, pues para Psillos, forman un continuo. Ahora bien, para Chakravartty, conocer algo de la estructura implica que se conoce algo, por mínimo que sea, de la naturaleza de un observable. Otra razón es que no se ha definido con exactitud qué se debe entender por estructura. Las definiciones dadas, así como los criterios de identidad para estructura llevan a derroteros indeseables como el desprecio por la investigación empírica dado que al limitar el conocimiento a aspectos formales se limita en última instancia a los enunciados científicos a cuestiones de cardinalidad. Cuestiones meramente formales y para nada concretas o empíricas que van en contra de las aspiraciones de la posición realista para las teorías científicas: poder conocer propiedades primarias o intrínsecas del mundo, tanto para las entidades observables como inobservables.

La segunda posibilidad también ha sido mostrada tradicionalmente como problemática. La razón principal es que es difícil que los científicos sólo se limiten a creer en la existencia de un inobservable por el hecho de haber podido forjar un nexo causal significativo o una manipulación de éste para hallar otro inobservable y a la vez sean agnósticos en las propiedades que la teoría le atribuye a tales entidades. Las propiedades atribuidas es lo que ha permitido la configuración de arreglos, la elaboración de dispositivos o el desarrollo de técnicas experimentales para detectar inobservables. Por lo tanto, si no se confía o se cree en lo que las teorías dicen acerca de los inobservables más allá de que existen, es muy difícil sostener la idea de que no se requieren desarrollar métodos o instrumentos para detectar inobservables basados en algunas propiedades posiblemente intrínsecas a ellos para poder llegar a la afirmación justificada de que estos existen efectivamente. No parece buena idea sostener que una vez que gracias a la descripción teórica de un inobservable hemos llegado a corroborar que existe mediante distintos medios o técnicas de detección, pues gracias a ésta se elaboraron, no podamos confiar, en al menos, las que jugaron un papel decisivo para la elaboración de instrumentos de detección para estar justificados en su existencia.

Cabe recordar que ambas posturas limitan lo que un realista está justificado en creer dentro de los enunciados que conforman una teoría científica determinada con el fin de superar la conclusión del AIP y seguir dando sentido al ANM.

Un realista estructural se limita a confiar en lo que una teoría nos dice acerca de la estructura de lo inobservable dado que lo único que se ha preservado entre un par de teorías sucesivas son las ecuaciones matemáticas, ya sean íntegras o parcialmente como casos límites. Estas ecuaciones, afirma este tipo de realista, expresan estructuras- la abstracción del conjunto de relaciones que guardan entre sí los inobservables que postulan y describen las teorías.

Un realista de entidades se limita a confiar sólo en las afirmaciones existenciales que encontramos en una teoría, pues los enunciados de descripción muy posiblemente cambien de manera radical en un cambio teórico, es decir, la descripción sea distinta, pero las entidades postuladas en la teoría permanecen.

La tercera posibilidad que es sostenida por el semi-realismo es la más aceptable y razonable por varias razones y dado nuestro compromiso con el desarrollo del conocimiento científico

como buenos filósofos de la ciencia. Primera, deja abierta la posibilidad de conocer tanto el aspecto estructural como natural de los inobservables. Esto se logra afirmando y mostrando casos en que es difícil sostener que no hemos pasado por propiedades intrínsecas o primarias para poder conocer aspectos o propiedades formales o estructurales de los inobservables. Por lo que resulta inaceptable restringir nuestra confianza o justificación a sólo las propiedades formales. La justificación en creer en las propiedades intrínsecas o primarias radica en que sólo debido a ellas es como logramos detectarlas mediante medios diversos.

Además podemos confiar en las afirmaciones tanto de existencia como de descripción que conforman una teoría científica determinada sin miedo a que estas no se retengan en un cambio teórico. Esto se debe a que las entidades y algunas de sus propiedades intrínsecas, propiedades de detección son necesarias para poder dotar de sentido mínimo a las ecuaciones que encontramos en las teorías. Las cuales representan relaciones entre inobservables dado sus propiedades. Las relaciones expresadas por la ecuación es lo que se debe entender por estructura. Así entonces tenemos un realismo estructural muy plausible y elaborado que funciona de buena manera para la interpretación realista de la mayoría de las ciencias.

En lo que respecta a la pregunta que interroga por la manera en que conocemos a las entidades u aspectos inobservables de nuestro mundo, tales como el espacio, se puede responder, a manera de conclusión y estando en el seno del realismo científico lo siguiente.

Conocemos tanto a observables como inobservables a través de medios o instrumentos de detección. Ya sean éstos nuestros propios y limitados órganos sensoriales u algún otro medio o instrumento que se asemeje a éstos pero que supere sus limitaciones o potencialice sus capacidades de detección.

La idea anterior deja ver claramente la predilección por los sentidos como el medio a través del cual obtenemos conocimiento. Sin embargo, extiende la idea, estrategia típicamente realista, a los medios u aparatos que en principio pretendan imitar el funcionamiento de nuestros órganos sensoriales en cuanto a su capacidad de detección o percepción se refiere.

El semi-realismo alberga en su seno la teoría realista de los ochenta de la ampliación de los sentidos. Por consiguiente, el medio de acceso epistémico privilegiado, que no quiere decir que sea el único de manera explícita (aunque debería analizarse a detalle la posibilidad de algún otro medio), para esta postura para los inobservables, incluidos el espacio, es la

detección. Una vez que se aclara que nuestros órganos sensoriales responsables de nuestros sentidos son en principio instrumentos o medios de detección como cualquier otro elaborado en alguna técnica experimental de acuerdo al grado de conocimiento de nuestra época.

Ahora bien, debido a esta predilección semi-realista es que un defensor de esta postura no puede confiar en la existencia ni mucho menos en las propiedades que una teoría postula y atribuye respectivamente a un inobservable, si no hay un contacto causal significativo con algún medio o instrumento de detección. Dando por sentado que los inobservables, por definición, escapan a las capacidades de detección de nuestros sentidos.

Es gracias a los medios o instrumentos de detección que obtenemos afirmaciones sobre la existencia y propiedades de inobservables que a su vez, en un estadio más avanzado de detección, nos permiten describir sus comportamientos y encontrar relaciones bien determinadas y cuantificadas entre éstos. Por lo tanto, éstos medios e instrumentos son responsables de la obtención del conocimiento acerca de la naturaleza, en primera instancia, y de la estructura de los inobservables, en última.

Por último, a pesar de las críticas erigidas contra esta posición realista estructural sui generis – semi-realismo, me parece que tiene suficientes virtudes como para ser considerada como una versión realista bastante plausible para ser tomada en consideración en gran parte de las teorías científicas. Las deficiencias que más ruido hacen, a mi parecer, son dos.

El problema de la referencia (problema que aqueja a todas las posturas realistas que intentan defender la posibilidad de conocer, en alguna medida, la naturaleza de los inobservables) de los términos teóricos dado el cambio teórico, a pesar del loable y refinado intento de limitar la creencia de un realista a determinados elementos de las teorías (aquellos que son necesarios para interpretar mínimamente una ecuación inserta en una teoría y con los que se ha forjado un contacto causal significativo). Pues a pesar de esto, es difícil sostener la idea de que tales elementos preservados se refieren a lo mismo una vez que pasan de una visión teórica determinada acerca de un fenómeno dado a una nueva.

Y en segundo lugar, el problema de la justificación en la creencia de entidades inobservables postuladas por teorías tales como las matemáticas, algunas de las biología, economía, sociología, lógica, etc. O se les deja de considerar ciencias, para que el semi-realismo sea un realismo científico global y aplique a todas, o se adopta esta versión realista sólo a las teorías donde la detección juega un papel primordial, tales como la física y la química, y a su vez se

interpretan las teorías de las demás ciencias donde la detección es casi nula a la luz de otras de otras posturas realistas.

ⁱ Véase Laudan (1990).

BIBLIOGRAFÍA

Bennett, J., (1964). *Rationality*. London: Routledge & Kegan Paul. (Reprinted 1989, Indianapolis:Hackett).

Bogen, Jim, (2009). "Theory and Observation in Science", *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/science-theory-observation/>

Boyd, R., (2002). "Scientific Realism", *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism/>

_____, (1999). "Kinds as the 'Workmanship of Men': Realism, Constructivism, and Natural Kinds." en Julian Nida-Rümelin, ed. *Rationalität, Realismus, Revision: Proceedings of the Third International Congress, Gesellschaft für Analytische Philosophie*. Berlin: de Gruyter.

Carnap, R., (1928). *The Logical Structure of the World*. Berkeley: University of California Press.

Chakravartty, A., (2007). *A Metaphysics for scientific realism*, Nueva York: Cambridge University Press.

_____, (2002). "The Structuralist conception of objects", *Philosophy of Science*, Vol. 70, No. 5, Proceedings of the 2002 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Part I: Contributed Papers (Dec., 2003), pp. 867-878.

Churchland, P., Hooker, C. (eds.), 1985. *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism*"(with a reply from Bas C. van Fraassen), Chicago: University of Chicago Press.

Churchland, P., 1985. "The Ontological Status of Observables: In Praise of the Superempirical Virtues", en Churchland y Hooker 1985, pp. 35–47.

Duhem, P., (1954). *The Aim and Structure of Physical Theory*, trad. Philip P. Wiener, Princeton, N.J.: Princeton University Press, pp. 180-195, 208-218.

Fine, A., (1984). "The Natural Ontological Attitude" en **J. Leplin** (ed.) *Scientific Realism*. Berkeley: University of California Press.

_____, (1986). "Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science", *Mind* 95: 149–79.

French, S., (2006). "Structure as a Weapon of the Realist." *Proceedings of the Aristotelian Society*, 106: 1–19.

French, S. and Ladyman, (2003). "Remodeling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure", *Synthese*, 136:31-56.

Gutting, G., (1985). "*Scientific Realism versus Constructive Empiricism: A Dialogue*", en Churchland y Hooker 1985, pp. 118–131.

Hacking, I., (1982), "Experimentation and Scientific Realism", *Philosophical Topics* 13 (71–87).

Hacking, I., (1985). "*Do We See Through a Microscope?*", en Churchland y Hooker 1985, pp. 132–152.

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

Hugget, Nick, (1999). Space from Zeno to Einstein: classic readings with a contemporary commentary, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Hume, D. (1978). *A Treatise of human nature*, 2nd Edition, Selby-Bigge ed. , Oxford: Clarendon Press.

Iranzo, V., (2010). "A Metaphysics for scientific realism", *Theoria (Universidad de Valencia)*, 67: 93-116, (Review).

Kitcher, P., (1993). *The Advancement of Science*, New York: Oxford University Press.

Kuhn, T.S., (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*, 2nd edition. Chicago: University of Chicago Press.

Ladyman, J., (2007). "Structural Realism", *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/structural-realism/>

_____, (1998). "What is structural realism?", *Studies in History and Philosophy of Science*, 29: 409–424.

Laudan, L., (1990). "Demystifying Underdetermination" en Wade Savage (ed.), *Scientific Theories*, Vol. 14, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Minneapolis: University of Minnesota Press, pp: 267-97.

Maxwell, G., (1970). "Structural realism and the meaning of theoretical terms." en S. Winokur and M. Radner (eds.), *Analyses of Theories and Methods of Physics and Psychology* (Minnesota Studies in the Philosophy of Science: Volume 4), pp. 181–192. Minneapolis: University of Minnesota Press.

McArthur, D., (2006). "Recent Debates over Structural Realism", *Journal for General Philosophy of Science*, 37: 209-224.

Monton, B., Mohler, C., (2008). "Constructive Empirism", en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/constructive-empiricism/>

Musgrave, A., (1985). "Realism versus Constructive Empirism", en Churchland y Hooker 1985, pp. 197–221.

Olivé, L., Pérez, A., (1989). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, México: Siglo XXI.

Parsons, (2002). "Structuralism and Metaphysics", *The Philosophical Quarterly*, Vol. 54, No. 214 (Jan., 2004), pp. 56-77

Poincaré, Henri, (1946). "La relatividad del espacio" en *El valor de la Ciencia*, Espasa-Calpe, Buenos Aires.

_____, (1952). "Experiment and Geometry" en *Science and Hypothesis*, Dover, New York.

_____, (1952). "Relative and Absolute Motion" en *Science and Hypothesis*, Dover, New York.

_____, (1981). "El espacio y el Tiempo" en *Filosofía de la Ciencia*, CONACyT, México.

_____, (1981). "El espacio y la geometría" en *Filosofía de la Ciencia*, CONACyT, México.

_____, (1981). "Geometrías no Euclidianas" en *Filosofía de la Ciencia*, CONACyT, México.

Popper, K., (1983). *Realism and the aim of science*, London: Hutchinson.

Psillos, S., (1995). "Is structural realism the best of both worlds?" *Dialectica*, 49: 15–46.

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

Putnam, H., (1978). *Meaning and the Moral Sciences*. London: Routledge and Kegan Paul.

- _____, (1981). *Reason, Truth and History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- _____, (1983). "Vagueness and Alternative Logic." en **Putnam**, *Realism and Reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Quine, W.V.**, (1953). *From a Logical Point of View*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, pp. 20-46.
- Rickles, D.**, (2009). "Keeping it semireal", *Metascience*, 18:261-264, (Review).
- Russell, B.**, (1927). *The Analysis of Matter*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Shapere, D.**, (1982). "El concepto de observación en ciencia y en filosofía" en Olivé y Pérez Ransanz 1989, pp. 479-526.
- Shapiro**, (1990). "Structure" en *Philosophy of Mathematics*, New York, Oxford University Press. pp. 71-108.
- Steiner, J.,M.**, (2010). "A Metaphysics for scientific realism: Knowing the Unobservable", *University of Toronto Quarterly*, Volume79, Number 1, Winter 2010, pp. 409-410 (Review).
- Uebel, T.**, (2006). "Vienna Circle", *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/vienna-circle/>
- Van Fraassen, B.C.**, (1980). "The Pragmatic of Theory of Explanation" en **Van Fraassen**, *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon, 1980, pp. 136-155.
- Worrall, J.**, (1982). "Scientific realism and scientific change", pp. 201-231, *The Philosophical Quarterly*, Vol. 32, No. 128, Special Issue: Scientific Realism, Blackwell Publishing.
- Worrall, J.**, (1989). "Structural Realism: The best of Both Worlds?", *Dialectica*, 43: pp.99-124.
- Zahar, E.**, (2001). *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*. Chicago and La Salle: Open Court.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - *Iztapalapa*

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

EL REALISMO CIENTÍFICO Y EL CONOCIMIENTO DE LOS
INOBSERVABLES

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN HUMANIDADES

EN EL ÁREA DE CONCENTRACIÓN DE HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA
CIENCIA

PRESENTA:

LIC. EDGAR EDUARDO ROJAS DURÁN

Godfrey Guillaumin
[Signature]

TUTOR:

DR. ARMANDO CÍNTORA GÓMEZ

[Signature]

J. Max Fernández de C.

MÉXICO, D.F., DICIEMBRE DE 2010

[Signature]
ARMANDO CÍNTORA GÓMEZ.

[Signature]
Jenifer María Campos