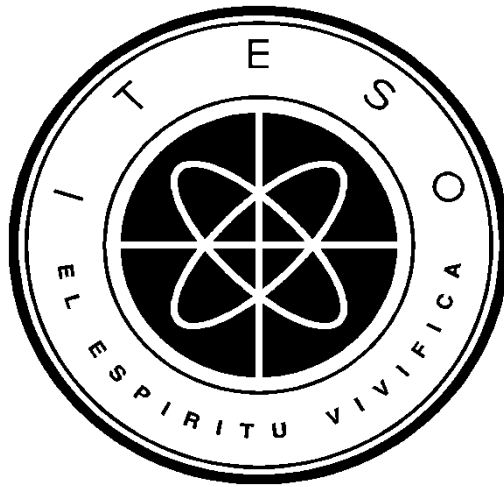


**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE**

RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL, ACUERDO S.E.P. NO. 15018 PUBLICADO
EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION
EL 29 DE NOVIEMBRE DE 1976.



DEPARTAMENTO DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FILOSOFÍA Y CIENCIAS SOCIALES

EL REALISMO DIMENSIONAL
PROPUESTA DE UN REALISMO CIENTÍFICO MODERADO

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN FILOSOFÍA Y CIENCIAS SOCIALES
PRESENTA
DANIEL EDUARDO JIMÉNEZ GONZÁLEZ

TLAQUEPAQUE, JALISCO (12/03/2025)

Resumen: El problema de si las teorías científicas describen o no a la realidad es uno de los que conservan mayor vigencia en tiempos actuales. Los mismos científicos se han visto en la necesidad de filosofar al respecto en diversos momentos históricos como cuando se reflexionaba sobre el estatuto ontológico del heliocentrismo copernicano a principios de la Modernidad, o en los debates decimonónicos sobre la existencia del átomo o en las discusiones sobre las interpretaciones de la mecánica cuántica. En esta investigación he retomado el hilo de este debate a la luz de las aportaciones de filósofos realistas y antirrealistas recientes como Hillary Putnam, Antonio Diéguez e Ilkka Niiniluoto para proponer una alternativa filosófica que llamo realismo científico dimensional. Dicho realismo sostiene que el mundo cuenta con su propia estructura y que se descompone en múltiples dimensiones. Una dimensión del mundo es un ámbito de la realidad que se constituye de un conjunto de hechos y entidades que se correlacionan en estructuras concretas. Además, es posible tener un acceso cognitivo a algunas dimensiones del mundo, aunque sea de manera parcial y aproximada, por medio de esquemas conceptuales adecuados y teorías verosímiles.

Palabras clave

Realismo, Antirrealismo, Realismo científico, Esquemas conceptuales, Dimensión del mundo.

Abstract: The question of whether scientific theories describe reality remains one of the most relevant philosophical issues today. Scientists themselves have had to philosophize about this topic at various points in history, such as during reflections on the ontological status of Copernican heliocentrism at the beginning of Modernity, in 19th-century debates about the existence of the atom, or in discussions on interpretations of quantum mechanics. In this research, I revisit this enduring debate through the lens of contemporary realist and anti-realist philosophers such as Hilary Putnam, Antonio Diéguez, and Ilka Niiniluoto, in order to propose a philosophical alternative that I call *dimensional scientific realism*. This form of realism holds that the world has its own structure and is composed of multiple dimensions. A dimension of the world is a domain of reality made up of a set of facts and entities that are interrelated within concrete structures. Moreover, we

can achieve partial and approximate cognitive access to some of these dimensions using appropriate conceptual frameworks and *truthlikeness* (or *verisimilitude*) theories.

Key words

Realism, Anti-realism, Scientific Realism, Conceptual Schemes, World Dimension.

Índice

Introducción	1
1. Bases para la discusión sobre el realismo científico	9
1.1. El realismo filosófico	9
1.2. El realismo genérico y los realismos locales	9
1.3. El realismo científico	11
1.3.1. Casos históricos sobre el debate realismo-antirrealismo en la ciencia	15
1.3.1.1. La astronomía de la Antigüedad griega	15
1.3.1.2. La astronomía a inicios de la modernidad con interpretaciones del heliocentrismo copernicano	21
1.3.1.3. La discusión sobre el realismo de los átomos en el siglo XIX	30
1.3.1.4. La discusión sobre las interpretaciones de la física cuántica en el siglo XX	38
1.3.1.5. El ADN de triple hélice	46
2. La discusión actual: principales posiciones y argumentos antirrealistas	57
2.1. La inconmensurabilidad de paradigmas y teorías	57
2.1.1. La teoría de las revoluciones científicas de Thomas Kuhn	57
2.1.2. El anarquismo epistemológico de Feyerabend	62
2.2. La infradeterminación de las teorías científicas por la evidencia	64
2.3. La meta-inducción pesimista de Laudan	67
2.4. El realismo y la relatividad conceptual de Putnam	70
2.4.1. Realismo externo y realismo interno	71
2.4.2. La relatividad conceptual	77
3. Un realismo científico moderado	80
3.1. Verdad	85
3.2. El realismo científico crítico de Niiniluoto	94
3.3. Bases para un realismo científico estructural	102
3.3.1. El realismo científico dimensional	104
4. Virtudes y debilidades del realismo científico dimensional (RCD)	110
4.1. Virtudes	110
4.2. Debilidades y limitaciones	120
Consideraciones finales	122
Fuentes documentales	128

Introducción

En este mundo donde reina la entropía, los seres volitivos se esfuerzan por conservar su ser colectiva e individualmente. Por ello, se sirven de distintos medios para garantizar su cometido, cosa que implica tener cierto dominio del entorno o el hábitat en el que se encuentran. El ser humano no es la excepción a esto, solo que, a diferencia de otros animales, no cuenta con grandes fuerzas físicas, ni es veloz o escurridizo, ni se caracteriza por tener una gran resistencia. En cambio, posee facultades cognitivas que le permiten adquirir múltiples conocimientos, así como también desarrollar sofisticados sistemas y métodos de conocimiento que, hasta cierto punto, le permiten desenvolverse en la realidad. Siendo así, se ha hecho de los medios necesarios para facilitar sus condiciones de existencia y habitar el mundo junto a otros seres vivos; por consiguiente, se puede afirmar que el ser humano, como ser volitivo que es, quiere prevalecer, es decir, no perecer, lo que equivale a decir que quiere vivir indefinidamente y, en su caso particular, depende del conocimiento para permanecer vivo. De esta manera, podemos identificar al anhelo de conocimiento con el anhelo de vivir, y como el anhelo de vivir es ilimitado, se sigue que el anhelo de conocimiento o sabiduría también lo es. O al menos lo es entre los miembros más inquisitivos de la especie.

Ahora bien, las aspiraciones del ser humano no se limitan a la mera existencia, sino que se extienden al deseo de bienestar, es decir, un deseo que consiste en satisfacer todas las necesidades requeridas para alcanzar la paz, la salud y la felicidad. Precisamente por eso la vida también es deseable, pues la vida es una condición necesaria para alcanzar el estado de bienestar, aunque no baste con esta para alcanzarlo. Después de todo, hay circunstancias en las que la vida no es deseable.

A lo largo de la historia, muchas han sido las amenazas a las que se ha enfrentado la humanidad, amenazas que han atentado contra su bienestar y contra su vida. Entre ellas, la hambruna, la depredación, las condiciones climáticas adversas, las catástrofes naturales, las enfermedades, la guerra, la esclavitud, la violencia y la ignorancia. Por ello, no extraña que hayan surgido múltiples explicaciones de distintos tipos, religiosas, metafísicas, esotéricas, físicas, filosóficas, científicas, etcétera, que pretenden responder qué es el mundo, por qué es de tal manera y qué se puede y debe hacer para enfrentar a los males y a las amenazas que aquejan la existencia humana.

Ahora bien, el ser humano no se limita a ser un animal racional, ni tampoco sus capacidades cognitivas son infalibles, pues también está sujeto al engaño, a la desinformación, a la superstición, a la ideología, a variados tipos de sesgos cognitivos y fenómenos psicológicos desfavorables para el conocimiento. De aquí se sigue que no todas las clases de explicaciones pueden calificarse como conocimiento, pues muchas de estas son meras creencias y algunas otras viles mentiras. *Grosso modo*, entiéndase por conocimiento a la tradicional noción de creencia verdadera o verosímil racionalmente justificada; y entiéndase como creencia a una opinión que bien podría ser verdadera o falsa, pero que carece de justificación racional.

Entre estas clases de explicaciones, las más destacadas en las instituciones académicas modernas suelen ser las filosóficas y las científicas, pues ambas pretenden alcanzar un conocimiento amplio y profundo sobre múltiples ámbitos de la realidad (y en cierta medida lo consiguen), aunque desde distintos enfoques. Por supuesto, las diferencias entre ambas no evitan que puedan guardar una relación de beneficio mutuo. Por un lado, la filosofía informada por la ciencia es capaz de estudiar los fenómenos de la naturaleza con mayor rigor y profundidad, así como también comprender las amenazas sociales, económicas y existenciales a las que se enfrenta la humanidad como, por ejemplo, la desigualdad socioeconómica, el cambio climático, el desarrollo de inteligencias artificiales avanzadas, las pandemias, las armas de destrucción masiva y muchas más. Mientras que la ciencia que, por cierto, cuenta con términos y presupuestos filosóficos (como el de la causalidad, el de la estructura legaliforme de diversas explicaciones, el del fisicalismo, etcétera) se puede beneficiar de la exegética filosófica para ganar comprensión y precisión. La filosofía también puede ayudar a distinguir a la ciencia de la pseudociencia. Esto es especialmente importante tomando en cuenta que muchas de las pseudociencias aumentan el sufrimiento y la muerte en el mundo; por ejemplo, la homeopatía no ha demostrado ningún beneficio más allá del efecto placebo y las terapias psicológicas pseudocientíficas no mejoran la salud mental de los pacientes. Solo distinguiendo a la ciencia de sus falsificaciones se puede evitar caer en estos males. Problemas reales requieren soluciones reales.

Sin embargo, como bien sabe todo amante del saber, si es lo suficientemente experimentado, a menudo la voluntad de saber no basta para saber, pues en no pocas ocasiones el mundo se resiste a ser conocido. Además, ha habido algunos pensadores, tanto filósofos como científicos, que han llevado tal planteamiento al extremo, llegando a negar incluso que la ciencia tenga la capacidad

de proporcionar un conocimiento objetivo de la realidad. Para las personas que no están muy familiarizadas con la historia de la filosofía y de la ciencia, esto puede resultar absurdo y escandaloso. Sin embargo, tal problema ha sido objeto de debate desde tiempos antiguos, aunque ciertamente la discusión ha evolucionado con el tiempo, especialmente tras la llegada de la ciencia moderna. Se trata de un debate que puede caracterizarse en términos generales como escepticismo *versus* antiescepticismo. Entre las vertientes de este debate aquí se quiere destacar la oposición entre el realismo científico y el antirrealismo científico, asunto al que se enfoca el presente texto.

El realismo (genérico), a grandes rasgos, es una teoría del conocimiento que sostiene que hay algo que existe con independencia del sujeto cognoscente, pero que el ser humano es capaz de tener un conocimiento objetivo de ello. El antirrealismo (genérico) vendría siendo justamente la posición opuesta. De aquí se sigue que hay tres maneras de oponerse al realismo: primero, negando la existencia de una entidad objetiva, segundo, negando la posibilidad de conocer entidades objetivas o, tercero, negando ambas. Tanto el realismo como el antirrealismo pueden ser genéricos o locales. La diferencia entre el realismo genérico y el local es que el primero no está comprometido con la existencia de ninguna entidad o propiedad específica, mientras que el realismo local defiende la existencia de propiedades o entidades concretas. Existen muchas clases de realismos locales, como algunos tipos de realismo moral (que afirma la existencia de los hechos morales) o, algunos realismos estéticos (que sostienen la existencia objetiva de la belleza). De tal modo, es posible ser realista en algunos asuntos y antirrealista en otros.

El presente trabajo se ha centrado en un realismo local de gran calado, el denominado realismo científico. Para comprenderlo, es preciso señalar que hay muchos tipos de realismos científicos que varían en las tesis que defienden. Algunas de estas tesis son el realismo ontológico, que defiende la existencia de las entidades teóricas; el realismo epistemológico, que sostiene que la ciencia es capaz de alcanzar un conocimiento aunque sea parcial de la realidad; el realismo semántico, que sostiene que la verdad es un elemento útil para que la ciencia acceda a la realidad; y el realismo progresivo, que afirma que el conocimiento científico de la realidad progresa, entendiendo como progreso a un acercamiento a la verdad. Los realismos que defienden todas

estas tesis se les denomina realismos fuertes. Un realismo débil, por su parte, defiende una o más de estas tesis, pero no todas.¹

Hay realismos bastante extremos a lo que se les suele calificar peyorativamente como realismos ingenuos, pues sostienen que es posible tener un conocimiento absoluto de la realidad. Pero también hay otros más moderados que solo reconocen que la ciencia proporciona un conocimiento parcial y aproximadamente verdadero de la realidad. Este último es el tipo de realismo que vale la pena defender y a lo largo de este trabajo se mostrarán las razones que lo avalan.

¿Pero es defendible hoy en día el realismo? ¿Y el realismo científico? Así parece indicarlo una reciente encuesta del 2020 a 1,785 filósofos que publican en revistas académicas de filosofía en inglés. Según la misma, el 79.5% de los encuestados son afines al realismo sobre el mundo externo,² el 72.4% apoya al realismo científico³ y el 51.4% está a favor de la teoría de la verdad como correspondencia.⁴

Ahora bien, algún lector podría señalar desde su sentido común que una cosa es negar la existencia objetiva de la belleza o de los hechos morales, y otra cosa es negar que la ciencia nos proporcione un conocimiento objetivo de la realidad. Después de todo, hay un sinfín de pruebas a su favor, tales como tecnologías sofisticadas como celulares que hacen posible la comunicación a largas distancias y aviones que vuelan seguros con decenas o cientos de pasajeros; así como un número enorme de predicciones específicas cumplidas. Por ello, según el joven Putnam, si la ciencia fuera falsa, todo esto sería un milagro o, mejor dicho, un sinfín de milagros. Siendo así, ¿quién en su sano juicio podría oponerse al realismo científico?

Con todo, no han faltado pensadores que han proporcionado valiosas razones para oponerse al realismo científico, tanto en la historia de la ciencia como en la de la filosofía. Por ejemplo, Hume puso de cabeza a la ciencia cuando criticó la supuesta certeza del concepto de causalidad. Kant reconoció que la ciencia cuenta con un conocimiento categorial y fenoménico, pero negó que pudiese alcanzar el conocimiento del noúmeno, es decir, de la realidad en sí. Algo similar ocurrió con la interpretación contemporánea más popular de la mecánica cuántica (MC), la interpretación

¹ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, Universidad de Málaga, Málaga, 1998, p. 83.

² David Burget y David Chalmers, "Philosophers on philosophy: the 2020 Philpapers Survey" en *Philosophers' imprint Vol. 0*, Michigan Publishing, Ann Arbor, 2023, p. 6.

³ *Ibidem*, p. 8.

⁴ *Idem*.

de Copenhague, que reconoce que los objetos cuánticos son reales, pero, a su vez, considera que la naturaleza de estos no permite que se pueda tener un conocimiento intrínseco e independiente de los sistemas cuánticos. En consecuencia, los científicos quedan limitados a un conocimiento fenoménico.

Otra dificultad destacable es que las hipótesis científicas no pueden ser probadas ni refutadas de manera definitiva. Hay razones tanto lógicas como históricas que lo corroboran. Entonces, si esto es cierto, ¿cómo saber si alguna hipótesis es verdadera o falsa, o que realmente refiere a entidades teóricas? ¿Bajo qué criterios se podría afirmar que una hipótesis es mejor que otra? ¿Cómo saber que la ciencia no es más que una construcción social que se limita al consenso de la comunidad científica tal como sostienen algunos relativistas? ¿Existen criterios objetivos que permiten decantarse entre una hipótesis u otra? Además, considerando que el lenguaje tiene límites y no necesariamente tiene que ser el reflejo del mundo, ¿cuáles serían estos criterios? ¿Se puede tener un conocimiento objetivo del mundo usando al lenguaje como intermediario o, precisamente es el vínculo entre las teorías científicas con el lenguaje, sin importar el marco conceptual, lo que imposibilita el conocimiento objetivo de la realidad?

Estas preguntas no son fáciles de responder, sobre todo si se considera que hay matices. Sin embargo, pese a tales dificultades, se puede sostener que hay realismos científicos moderados capaces de responder a estas cuestiones con soluciones plausibles, especialmente el realismo científico crítico (RCC) de Niiniluoto.⁵ Este realismo, que además es fuerte, tiene como base al concepto de verosimilitud. Con este concepto, Niiniluoto sostiene que las teorías e hipótesis de la ciencia, pese a su naturaleza falsable (pero perfectible), son capaces de proporcionar un conocimiento aproximadamente verdadero de la realidad. Y la evidencia que arroja el mundo junto con otros valores epistémicos es prueba de ello. Además, el RCC defiende la idea de progreso, dado que las teorías científicas son perfectibles y pueden ganar progresivamente un mayor grado de acercamiento a la verdad.

Respecto al problema del lenguaje, Niiniluoto reconoce que el conocimiento científico está vinculado con el lenguaje, pero va más allá, pues considera que la estructura del mundo es relativa a los esquemas conceptuales de los que dispone el científico. Por supuesto, es el mundo el que

⁵ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, OXFORD university press, New York, 2002.

tiene la última palabra y determina cuáles esquemas conceptuales son verosímiles y cuáles no. Aunque, esto significa que el mundo no cuenta con una estructura categorial propia. Aunque, según Diéguez,⁶ a veces Niiniluoto parece reconocer que el mundo cuenta con una estructura causal, espacial y temporal. Sea como fuere, las dos perspectivas son problemáticas. La primera, que conduce a un antirrealismo estructural, es problemática porque si el mundo no contara con su propia estructura, entonces no podría haber teorías verosímiles, puesto que no podría haber teoría alguna que se le asemejase, es decir, que le fuera similar. En otras palabras, no se podría comparar a las teorías con el mundo. Por otro lado, aceptar la segunda perspectiva limitaría la estructura del mundo aunque esta pudiera ser bastante más compleja.

Tales inconsistencias han motivado que se proponga en esta investigación un realismo científico moderado y estructural que goce de los beneficios del RCC, pero que al mismo tiempo no caiga en las garras del antirrealismo estructural. A este realismo, presentado por primera vez en este ensayo, le llamamos *realismo científico dimensional* (RCD). El RCD, que también es un realismo fuerte, se sirve mucho del RCC de Niiniluoto y, por ello, le debe mucho. Sin embargo, cuenta con diferencias pequeñas, pero con consecuencias significativas que lo terminan distinguiendo. La principal diferencia es que el RCD sostiene que el mundo cuenta con su propia estructura (realismo estructural); de aquí se sigue que la estructura del mundo no es relativa a los esquemas conceptuales, sino que nuestro conocimiento del mundo es relativo a los esquemas conceptuales. Los esquemas conceptuales de la ciencia refieren a diversos campos o ámbitos de la realidad, a veces con éxito, a veces no. Estos ámbitos son denominados por el RCD como dimensiones del mundo (DM). Las DM son un conjunto de hechos, entes y propiedades que se correlacionan en estructuras concretas. Los esquemas conceptuales varían entre sí, no obstante, es posible que refieran a una DM en común. De aquí se sigue el hecho, un tanto contraintuitivo, de que pueda haber dos o más teorías rivales altamente verosímiles.

En el presente ensayo se pretende, en primer lugar, defender que el realismo científico moderado y estructural aquí propuesto es una alternativa plausible, aún a pesar de las críticas y las posiciones antirrealistas más relevantes. En segundo lugar, se espera probar que esta clase de realismo tiene

⁶ Sergio Barrera Rodríguez, *Realismo científico y epistemología de las ciencias*, Nullius in verba, Bogotá, 2020, p. 109.

ventajas que lo convierten en una alternativa merecedora de atención y discusión que puede aspirar a representar una epistemología viable, especialmente para las ciencias fácticas.

Se ha dividido el texto en cuatro capítulos. El primero, *Bases para la discusión sobre el realismo científico*, constituye el marco teórico en el que se presentan los fundamentos conceptuales e históricos que suscitan el debate realismo-antirrealismo científicos. Allí se presentan algunos conceptos y definiciones básicas que ayudan a mostrar las múltiples posiciones y matices que existen. De esta manera resultará más claro y sencillo adentrarse y orientarse en la discusión. Luego de esto, se exponen cinco casos históricos relevantes en los que la discusión se llevó a cabo en la ciencia: la antigua astronomía con modelos astronómicos de esferas concéntricas y de círculos, la astronomía a inicios de la modernidad con interpretaciones realistas y antirrealistas del heliocentrismo copernicano, la discusión sobre el realismo de los átomos en el siglo XIX, el debate sobre las interpretaciones de la física cuántica en las primeras décadas del siglo XX y el caso del ADN de triple hélice en la segunda mitad del siglo XX. Estos casos son especialmente importantes porque dan cabida a múltiples e importantes argumentos, tanto realistas como antirrealistas, y porque a través de ellos se puede apreciar la evolución del debate y de los valores epistémicos que tomaron cuerpo en cada momento del mismo.

En el capítulo 2 *La discusión actual: principales argumentos y posturas antirrealistas*, se presentan algunas de las principales posiciones y argumentos antirrealistas contemporáneos. Entre estas se encuentran los argumentos de la inconmensurabilidad de los paradigmas y de las teorías científicas de Thomas Kuhn y Paul Feyerabend, el argumento de la infradeterminación de las teorías científicas por la evidencia, especialmente la versión de Willard Quine, la meta-inducción pesimista de Laudan y el realismo interno y la relatividad conceptual de Hilary Putnam.

En el capítulo 3 *Un realismo científico moderado*, se introduce este realismo y se profundiza en la propuesta de Niiniluoto exponiendo algunas razones por las que se cree que ofrece una alternativa plausible y capaz de defenderse de las objeciones antirrealistas. No obstante, dado al problema del antirrealismo estructural a que puede dar lugar, se propone nuestra variante denominada realismo científico dimensional. En este capítulo se incluye, además, un pequeño apéndice que ahonda en el tema de la teoría de la verdad como correspondencia por ser un elemento indispensable para el realismo aquí defendido.

Por último, en el capítulo 4 *Virtudes y debilidades del realismo científico dimensional* se realiza un balance crítico del realismo científico dimensional. Este capítulo, y la investigación en general, no aspiran, obviamente, a refutar de una vez y para siempre al antirrealismo científico y a sus variados argumentos y posturas. Pero sí se busca ofrecer argumentos que apunten a la plausibilidad de esta propuesta filosófica que, como cualquier otra, es perfectible y se halla sujeta a la crítica y a la corrección.

Espero que esta tesis haya logrado cumplir con los objetivos planteados y que sirva para ahondar en este asunto. Así como también espero que aquí se haya mostrado que una forma de progresar tanto en la filosofía como en la ciencia es por medio de la depuración de conceptos y principios inadecuados, tanto como la delimitación o medida del alcance de términos cuyas consecuencias pueden ser dogmáticas o exageradas.

Son muchas las personas a las que les debo mi gratitud. Para empezar, quiero agradecer a mi director de tesis, el Mtro. Mario Alberto Lozano González por el riguroso asesoramiento y el material que me proporcionó para que esta tesis pudiera llegar a buen término. También quisiera agradecer al Mtro. Carlos Sánchez Romero por haberme ayudado a terminar la Licenciatura en Filosofía y Ciencias Sociales cuando mis circunstancias se volvieron tumultuosas. Le agradezco a la Dra. Cristina Cárdenas Castillo por haber contribuido en mi formación como filósofo e investigador, así como también, por sus críticas y observaciones en este ensayo. Por las mismas razones, también debo agradecer al Dr. José Pedro Arriaga Arrollo.

Quiero agradecer a mis padres Martha Gabriela González Vázquez y, Daniel Eduardo Jiménez Sáinz por haber hecho posible que pudiera llevar a cabo mis estudios en filosofía. También le agradezco a mi esposa, Laura Villarreal por todo el apoyo, el tiempo y las múltiples discusiones intelectuales que contribuyeron con la realización de esta tesis. Finalmente, debo agradecer a mis amigos Claudio Alberto Caballero Bosch, Isaías López Gallegos, Ricardo Breton Becerra y Mónica Orozco por las críticas y sugerencias que me proporcionaron en algunos capítulos del presente ensayo.

1. Bases para la discusión sobre el realismo científico

1.1. El realismo filosófico

El realismo es un asunto filosófico relevante y ubicuo porque pone en tela de juicio la realidad u objetividad de los objetos estudiados por varias ramas de la filosofía como la metafísica, la ontología, la gnoseología, la epistemología, la estética o la filosofía de la ciencia. Por ello, es natural que se presente en una infinidad de temas. Por ejemplo, si nos preguntamos acerca de la realidad de los números, o de los objetos macroscópicos y microscópicos, o de la belleza, o de las entidades teóricas de la ciencia y sus respectivas propiedades, entonces nos encontramos sumergidos en el problema del realismo.

1.2. El realismo genérico y los realismos locales

Muchas han sido las caracterizaciones que se han hecho del realismo. Según la *Stanford Encyclopedia of Philosophy* [SEP],⁷ el realismo cumple con dos aspectos generales: 1) la afirmación de la existencia de ciertos hechos u objetos; y 2) la afirmación de la independencia de dichos hechos u objetos. El conjunto de ambas afirmaciones, siempre y cuando los objetos a los que se refiere no estén especificados, tomará la forma de realismo genérico.

*Generic Realism: a, b, and c and so on exist, and the fact that they exist and have properties such as F-ness, G-ness, and H-ness is (apart from mundane empirical dependencies of the sort sometimes encountered in everyday life) independent of anyone's beliefs, linguistic practices, conceptual schemes, and so on.*⁸

Además de la afirmación de la existencia y de la independencia, J.T.M. Miller añadiría un tercer compromiso, el de accesibilidad.⁹ De tal modo que el realismo genérico podría definirse como la

⁷ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Realism*, 2019, <https://plato.stanford.edu/entries/realism/>, Consultado 19/XII/2023.

⁸ *Idem*.

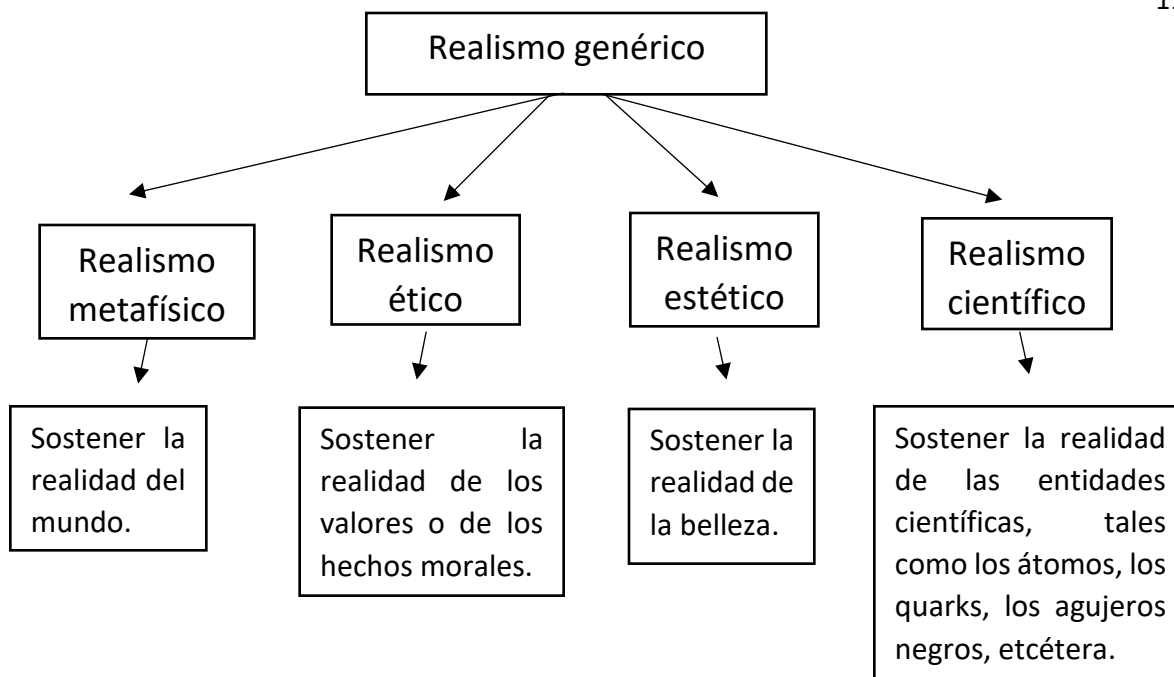
⁹ James T.M. Miller, *Metaphysical realism and anti-realism*, Cambridge University Press, Cambridge, 2022. Documento electrónico, pp. 14 – 15.

teoría del conocimiento que sostiene como mínimo los siguientes tres compromisos: 1) hay algo que *existe*; 2) ese algo existe con *independencia* de nuestras creencias, categorías conceptuales, pensamientos o, cualquier cosa de tal índole; y 3) a pesar de lo anterior, los seres humanos son capaces de *acceder* a la realidad. En otras palabras, de conocer al menos alguna entidad, propiedad o cosa que cumpla con los dos compromisos anteriores.

Otros filósofos como Putnam señalarían un cuarto compromiso, el de *unicidad*,¹⁰ el cual implica que hay una descripción de la realidad o de alguna cosa de la realidad más adecuada que cualquier otra. No obstante, no son pocos los filósofos que rechazarían este compromiso y, en cambio, optarían por un realismo moderado que no se comprometa con ningún esquema conceptual o descripción de la realidad en particular. Tal es el caso de John Searle, Gustavo Esteban Romero, Antonio Diéguez o Miguel Quintanilla, por citar algunos.

Ahora bien, cabe destacar que el realismo genérico no se preocupa por decir qué entidades, propiedades o cosas en concreto cumplen con los anteriores requisitos, simplemente se encarga de postular que hay alguna o algunas entidades o cosas cualesquiera que los cumplen. Es por ello que el realismo genérico sirve principalmente como un esquema para los llamados realismos locales, los cuales afirman que hay al menos una cosa o un conjunto de cosas en concreto que existen con independencia y que a su vez son cognitivamente accesibles. Por ejemplo, puede haber algún realismo estético que afirme que la fealdad es real, o alguna ética que declare que existen los valores universales, o algún realismo científico que defienda que entidades tales como el espacio-tiempo, los átomos y sus respectivas propiedades son reales. En el mismo tenor se encuentra el realismo metafísico que postula que la realidad o el mundo existe con independencia de nuestra mente y que a su vez se le puede conocer.

¹⁰ Hilary Putnam, *Reason, truth and history*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998, p. 49.



En contraste, tenemos la antítesis del realismo, el antirrealismo. Los hay de varios tipos, pero todos tienen en común que niegan cuando menos uno de los compromisos del realismo. Por ejemplo: el nihilismo niega el compromiso de la existencia, mientras que el idealismo niega el compromiso de la independencia o de la accesibilidad. El antirrealismo también puede ser genérico o local, de modo que una persona que es antirrealista en cuanto a la belleza no necesariamente lo es en lo que respecta a los valores morales o a las entidades físicas. De hecho, habitualmente los filósofos e incluso las personas comunes son realistas en determinados temas, pero no en todos.

1.3. El realismo científico

Con base en lo anterior, se podría definir provisionalmente al realismo científico como un tipo de realismo local, en particular, como la teoría del conocimiento que afirma que cuando menos alguno de los objetos que estudia la ciencia, ya sean entidades, estructuras, propiedades, etcétera, existen con independencia de la mente, del pensamiento o de los esquemas conceptuales. Y que, además, el ser humano por medio de la ciencia es capaz de acceder a, o tener conocimiento de, tales objetos.

Dichos objetos pueden ser observables o no observables. Los primeros son detectables por medio de los sentidos, como las estrellas, los conejos o las plantas. Los segundos, comúnmente llamados entidades teóricas, no pueden ser percibidos sensorialmente, sino que son entidades cuya

existencia se asume por ser la mejor explicación de ciertos fenómenos y predicciones precisas. Estos objetos inobservables son llamados entidades teóricas porque son postulados por alguna teoría científica.¹¹ Algunos ejemplos de entidades teóricas son los átomos, los protones y los electrones. Habitualmente la discusión realismo-antirrealismo se centra en las entidades teóricas, dado que es mucho menos factible dudar de la existencia de cosas tales como astros y seres humanos, que son fácilmente perceptibles, que dudar de *quarks* y electrones, que no se pueden ver. No está de más mencionar que el mero hecho de ser realista científico no implica defender la existencia de todas las entidades teóricas, pues puede haber matices y claramente algunos términos solo tienen un valor instrumental pues no se les suele atribuir realidad alguna; por ejemplo, el *homo oeconomicus* o un *gas ideal*.¹²

Por otro lado, según la SEP,¹³ el realismo científico puede ser comprendido en tres dimensiones: la metafísica u ontológica, la semántica y la epistemológica.

La dimensión metafísica afirma la existencia independiente del mundo estudiado por la ciencia; la dimensión semántica sostiene que las afirmaciones sobre los objetos de estudio de la ciencia, sean observables o no, tienen un valor de verdad, es decir, son verdaderas o falsas; y la dimensión epistemológica defiende que la ciencia aporta conocimiento sobre el mundo.

Como ya se ha dicho antes, el hecho de posicionarse en una dimensión realista no necesariamente involucra a las demás, es decir, es perfectamente posible ser realista en la dimensión metafísica sin comprometerse con la dimensión epistemológica, tal como sucede con algunos tipos de idealismo. De la misma manera, es perfectamente viable defender la dimensión epistemológica y no ser realista en la dimensión semántica. No obstante, no es el caso que se pueda defender la dimensión epistemológica sin involucrar a la metafísica porque la primera es condición suficiente de la segunda: no es consistente afirmar que se pueda conocer el mundo y sostener a la vez que no exista el mundo.

Ahora bien, me parece que Antonio Diéguez capta de manera más completa y concisa que la SEP las diversas formas que reviste el realismo científico al que descompone en cinco tesis principales:

¹¹ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, Biblioteca nueva, Málaga, 2005, p. 252.

¹² *Idem*, p. 256.

¹³ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Scientific realism*, 2017, <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism/>, Consultado 12/1/2023.

- 1) Realismo ontológico: Las entidades teóricas postuladas por las teorías científicas bien establecidas existen (aunque pueda haber excepciones). Los términos teóricos típicamente refieren.
- 2) Realismo epistemológico: Las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado (aunque perfectible) de la realidad tal como esta es con independencia de nuestros procesos cognitivos.
- 3) Realismo teórico: Las teorías científicas son susceptibles de verdad o falsedad.
- 4) Realismo semántico: Las teorías científicas son verdaderas o falsas en función de su correspondencia con la realidad.
- 5) Realismo progresivo: La ciencia progresa teniendo como meta la verdad. Las nuevas teorías contienen más verdad y/o menos falsedad que las anteriores.¹⁴

De similar modo a como ocurre con las dimensiones realistas señaladas por la SEP, el posicionarse en una tesis no implica un compromiso con el resto de las tesis; no obstante, hay algunas tesis que implican a otras, como, por ejemplo, para ser un realista epistemológico es forzoso también ser un realista ontológico, pero no viceversa. Del mismo modo, el realismo semántico y el realismo progresivo implica al realismo teórico, pero no a la inversa. Para evitar confusiones, es conveniente explicitar que la dimensión semántica de SEP es equivalente a la tesis del realismo teórico de Diéguez, siendo la dimensión semántica distinta de la tesis del realismo semántico.

Por último, me gustaría señalar una sexta tesis llamada realismo estructural. Esta tesis afirma que el mundo y las entidades teóricas de la ciencia cuentan con su propia estructura objetiva. Para la finalidad de esta investigación es importante añadir dicha tesis porque a menudo se discute sobre la independencia estructural que tienen o no el mundo y las entidades teóricas de los esquemas conceptuales. Casos célebres de autores que tratan esta temática son Putnam¹⁵ y Niiniluoto.¹⁶

Estas son las implicaciones más obvias entre las tesis realistas recién presentadas:

Realismo estructural → Realismo ontológico

Realismo epistemológico → Realismo ontológico

Realismo semántico → Realismo teórico

Realismo progresivo → Realismo teórico

¹⁴ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 79.

¹⁵ Hilary Putnam, *Las mil caras del realismo*, Paidós, Barcelona, 1994.

¹⁶ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 217 – 222.

Naturalmente, es posible encontrar filósofos que defiendan una, varias o todas las tesis en conjunto. La posición que defiende una o pocas de estas tesis se le llama realismo débil; en cambio, a la postura que defiende todas o casi todas las tesis se le llama realismo fuerte.¹⁷

Desde luego, que un realismo sea fuerte no quiere decir que sostenga la posibilidad de alcanzar una verdad absoluta. En la práctica, son muchos los realistas fuertes que aceptan que el conocimiento científico es falible, pero perfectible, lo que significa que, si bien jamás se alcanzará una descripción completamente verdadera sobre la realidad, sí es posible alcanzar una verdad aproximada o verosímil sobre el mundo. Por ello, al realismo poco o nada le afecta que una teoría que se consideraba verdadera luego sea refutada, o que una entidad específica que se aceptaba como existente después se le considere irreal, pues el compromiso del realismo no está con ninguna teoría ni entidad en particular. Por ello, el realismo aquí defendido no sostiene que las entidades teóricas A, B, C y N, son aproximadamente verdaderas. En cambio, afirma que al menos una de estas entidades teóricas, ya sea A, B, C o N, es aproximadamente verdadera. De este modo, el realismo científico no se compromete con ninguna entidad teórica en particular. En su lugar, defiende una afirmación disyuntiva que postula que hay al menos una entidad teórica que es aproximadamente verdadera, pero sin especificar cuál de ellas lo sea. Lo mismo aplica para las teorías científicas.

Tras esto, es importante aclarar que el realismo moderado aquí propugnado se apoya de la inferencia de la mejor explicación, aquella que sostiene que la mejor explicación del éxito de la ciencia es que es verdadera, o cuando menos, aproximadamente verdadera. Este es un argumento inductivo, y siendo el caso que de las premisas de los argumentos inductivos no se siguen conclusiones necesariamente verdaderas, sino probablemente verdaderas, entonces el realismo no puede comprometerse de manera definitiva con la verdad absoluta de ninguna teoría en particular, ni con la existencia de ninguna entidad teórica en concreto. Sin embargo, ello no implica que no haya un compromiso ontológico, puesto que se afirma que la mejor explicación del éxito de las teorías científicas, aunque no la única posible, es que son verdaderas y que algunos de sus términos teóricos típicamente refieren, aunque sea de manera parcial y aproximada. Ciertamente, este no es

¹⁷ *Ibidem*, p. 83.

un argumento infalible, pero si es bastante convincente. Por ello, en el capítulo 4 se ahondará más al respecto.

1.3.1. Casos históricos sobre el debate realismo-antirrealismo en la ciencia

1.3.1.1. La astronomía de la Antigüedad griega

Muchas fueron las civilizaciones que desarrollaron amplios conocimientos estelares; sin embargo, en opinión de Ana Rioja,¹⁸ hasta antes de los griegos, nadie había desarrollado una teoría laica y lo suficientemente racional y sería que pusiera en orden las observaciones astronómicas.

Para los antiguos griegos el cielo era esférico y contaba con un conglomerado de estrellas fijas, el Sol, la Luna, los astros errantes, que son los cinco planetas que componen los días de la semana (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) y, finalmente, la Tierra.

Las estrellas fijas son el tipo de astro más abundante en el cielo. Estas siempre se desplazan alrededor de la Tierra de este a oeste (salvo la Estrella Polar que siempre permanece en el norte), pero manteniendo sus distancias entre sí. Para explicar tal fenómeno, los griegos supusieron que las estrellas debían estar sujetas a una esfera gigantesca e invisible que realizaba un movimiento de rotación que duraba casi veinticuatro horas. He aquí por qué se les llamaba estrellas fijas.

Por otro lado, los movimientos del Sol y de la Luna son más complicados, pero igualmente cíclicos. Estos movimientos podían *descomponerse en un movimiento diario, junto con las estrellas al oeste, y en un movimiento mensual, a lo largo de la eclíptica hacia el este.*¹⁹

Ahora bien, los astros errantes fueron, sin duda, los más complicados de describir. A diferencia de las estrellas fijas, los planetas se movían de manera errática y a velocidades diferentes, pero lo más abracadabrante fue el movimiento de retrogradación. Resulta pues, que cada cierto tiempo los planetas dejan de desplazarse hacia el este y comienzan a retroceder hacia el oeste durante un breve

¹⁸ *Idem.*

¹⁹ *Ibidem*, p. 27.

periodo de tiempo, luego retornan en un giro y recuperan la ruta anterior. Además, cada planeta sigue su propia trayectoria, tiene su propia velocidad y retrograda un número distinto de veces.

Los pitagóricos fueron los primeros en marcar algunas de las pautas fundamentales para establecer un modelo astronómico. Para empezar, ellos sostuvieron que la realidad es una armonía universal gobernada por los números y las figuras geométricas; por tanto, la realidad es matemáticamente explicable, incluyendo al cielo. No obstante, fue Platón quien, sirviéndose de la escuela pitagórica, expuso el sistema filosófico que daría sentido al Cosmos. En síntesis, Platón escribió en el *Timeo*²⁰ que la verdad es eterna y, por tanto, inmutable, de modo que el conocimiento verdadero (*episteme*) no se halla en el mundo sensible y cambiante en el que habitamos, sino en el mundo eterno, el de las ideas.²¹

Según la epistemología de Platón, el conocimiento se divide en una sección sensible y una inteligible. La primera es la opinión (*doxa*) y la segunda es la ciencia (*episteme*).²² A su vez, la primera se divide en conjetura (*eukasía*) y en creencia (*pístis*). Y la segunda se divide en pensamiento discursivo (*dianoia*) e inteligencia (*nous*).²³ La *dianoia*, que es conocimiento matemático, tiene un componente sensible, pues los matemáticos al hacer geometría o cálculo *se sirven de figuras visibles* [representaciones] *y hacen discursos acerca de ellas*.²⁴ En cambio, el *nous* no se sirve de lo sensible, por ello, se encuentra en la cúspide del conocimiento.²⁵

Si bien, dentro de la jerarquía platónica las matemáticas no se encuentran en la posición más alta, sí son consideradas como conocimiento científico porque las verdades matemáticas son eternas. Por ello, las matemáticas, especialmente la geometría, se puede entender como un puente (aunque esto no es completamente exacto) entre el mundo sensible y el mundo de las ideas. En cambio, la física, al tratar de dar cuenta del cambio, queda imposibilitada como ciencia. Aquí es importante señalar que en el pasado la astronomía era básicamente una geometría del cielo y no una astrofísica, como lo es hoy en día. La conjunción entre astronomía y física no se asienta sino hasta la llegada de la física moderna.

²⁰ Platón, *Diálogos VI*, Gredos, Madrid, 1992, p. 155 – 261.

²¹ *Ibidem*, pp. 170 – 172.

²² Raúl Gutiérrez Sáenz, *Historia de las doctrinas filosóficas*, Esfinge, México, 2001, p. 48.

²³ Platón, *Diálogos IV*, Gredos, Madrid, 1988, p. 29.

²⁴ *Ibidem*, p. 336.

²⁵ *Ibidem*, pp. 334 – 337.

Regresando al *Timeo*, el Demiurgo (Dios ordenador de Platón) ordenó al mundo sensible imitando al mundo de las ideas. Gracias a ello, el mundo sensible, principalmente en la región supralunar, participa de una de las ideas platónicas más elevadas, la idea de belleza. Esta idea implica armonía, y para Platón la armonía consiste en proporciones simétricas. En consecuencia, la esfera y el círculo son las figuras simétricas más armoniosas porque son las más simétricas. Por ello, el Demiurgo moldeó a los planetas de forma esférica y sus movimientos son siempre circulares. También cabe destacar que la velocidad de los planetas debe ser constante.²⁶

Tomando en cuenta lo anterior, queda claro que los cielos tienen un papel más elevado que la Tierra, pues mientras los entes del cielo se mueven en constante armonía, los entes de la Tierra están sujetos al cambio y al desorden. No obstante, el mismo Platón se percató de que no solo el mundo sublunar parece ser caótico, sino también el mundo supralunar, especialmente en lo tocante al movimiento de los planetas. Por ello, según la tradición filosófica, Platón les confió a los geómetras la tarea de idear un modelo geométrico que salvara las apariencias, es decir, que pusiera en orden al aparente caos. Si bien los sentidos podían confundir, el intelecto y la razón debían alcanzar las ideas eternas.

*Cuáles son los movimientos circulares, uniformes y perfectamente regulares que conviene tomar como hipótesis a fin de salvar las apariencias presentadas por los planetas.*²⁷

Eudoxo de Cnido, miembro de la Academia de Platón, fue el primero en responder al llamado mediante la elaboración del primer gran modelo planetario, es decir, el modelo de las esferas concéntricas u homocéntricas. Se trata de un modelo geocéntrico y geostático en el que los astros giran alrededor de la Tierra de manera circular. Cada uno de los astros está sujeto a una esfera que se encarga de realizar movimientos circulares y uniformes. Estos movimientos son fácilmente apreciables en el caso de las estrellas fijas (que comparten una misma esfera), pero en el caso del Sol, de la Luna y de los cinco planetas el movimiento parece ser más complejo. Para salvar las apariencias, Eudoxo se percató que añadiendo dos esferas más al Sol, dos esferas más a la Luna y tres esferas más a cada planeta, sería capaz de describir geoméricamente el movimiento de los astros de manera simétrica y uniforme. Estas esferas adicionales están conectadas a la esfera

²⁶ Platón, *Diálogos VI*, Gredos, Madrid, 1992, pp. 174 – 177.

²⁷ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 38.

principal, en donde está fijado un astro, y le añaden su movimiento. A ello se deben los movimientos aparentemente complicados.²⁸

Este modelo constituía una valiosa descripción de movimientos planetarios y estelares, pero no tenía poder predictivo. Además, no estaba libre de imprecisiones, por lo que otros geómetras como Polemarco y Calipo ajustaron el modelo añadiendo más esferas. No obstante, el problema principal es que el modelo de esferas homocéntricas no era un solo sistema, sino siete sistemas independientes, pues no todas las esferas estaban conectadas entre sí.²⁹ Por ende, carecía de un principio unificador.

Con la propuesta filosófico-natural de Aristóteles, exalumno de Platón, se le pudo dar unidad al modelo de Eudoxo. En este contexto, la aportación más importante de Aristóteles no fue de tipo astronómico o geométrico, sino de tipo cosmológico, dado que su filosofía natural dotó al modelo de inteligibilidad física. Como es bien sabido, la física de Aristóteles no es como la física contemporánea. La palabra “física” deriva del griego *physis* que significa naturaleza.³⁰ Luego, la física es el estudio de la naturaleza y de sus entidades naturales. Pero, ¿cómo es posible que se hable de física cuando el mismo Platón la había descartado como ciencia? Resulta que, para la epistemología aristotélica la ciencia no es el estudio de proporciones o leyes matemáticas, sino de las causas universales que producen los movimientos, los cambios, y los seres de la naturaleza.

Como se dijo, uno de los más destacables méritos de la física de Aristóteles fue el de dotar de unidad al modelo eudóxico de las esferas. Esto lo hizo por medio de dos afirmaciones: 1) Todas las esferas están conectadas porque no existe el vacío, y 2) el movimiento circular comienza en la esfera de las estrellas fijas, luego esta mueve por frotamiento a la siguiente esfera, y así sucesivamente hasta llegar a la Luna. Para lograr este efecto, Aristóteles tuvo que añadir esferas compensadoras.³¹

Estos movimientos circulares no serían un mero hecho bruto, sino que obedecerían a causas teleológicas pues, según la filosofía de Aristóteles, todo tiende a un fin, a la perfección. Un ser perfecto no requiere de ningún movimiento o modificación, pues cualquier cambio, sea del tipo

²⁸ Samuel Sambursky, *El mundo físico de los griegos*, Alianza, Madrid, 1990, pp. 82 – 83.

²⁹ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, pp. 44 – 45.

³⁰ *Ibidem*, p. 48.

³¹ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 56.

que sea, implica una carencia, por ello, el ser perfecto no se mueve; sin embargo, dado que todos los seres buscan asemejarsele, lo mueve todo sin ser movido. A este ser Aristóteles lo llamó el motor inmóvil. Debido a ello, el movimiento de los astros es circular, pues según el Estagirita, el movimiento circular es lo más cercano a la quietud, es decir, a la perfección.

Pese a lo anterior, a lo largo del tiempo fueron apareciendo anomalías y fenómenos astronómicos que el modelo no podía explicar, especialmente en el ámbito cuantitativo. Algunos de los fenómenos inexplicables fueron la anomalía zodiacal, pues el Sol, así como otros planetas, no parecía moverse a la misma velocidad durante todo el año, ni a la misma distancia de la Tierra, lo que implica que unas estaciones sean más cortas que otras; el aumento y la disminución del brillo de ciertos astros a lo largo del tiempo y el evidente aumento y disminución de la circunferencia de algunos astros durante el transcurso del año. Otro fenómeno importante fue la anomalía heliaca, que se refiere al aparente movimiento retrógrado de los planetas, etcétera.

Aun así, el modelo perduró protagónicamente durante siglos hasta la aparición del modelo ptolemaico en el siglo II d.C. Este modelo fue el fruto de varios siglos de trabajo de muchos astrónomos, geómetras y matemáticos, especialmente de los que formaron parte de la Biblioteca de Alejandría y el *Museo*. Algunos de los más destacados fueron Apolonio de Perge e Hiparco de Nicea. Sin embargo, Claudio Ptolomeo, en su obra titulada *Gran composición matemática de la astronomía* (ahora llamado *Almagesto*),³² fue quien reunió este conocimiento acumulado para convertirlo en el modelo que llevaría su nombre.³³

Este modelo que, a decir verdad, es un conjunto de sistemas combinados, fue capaz de dar solución a muchos de los problemas que dejaron impotente al modelo de las esferas, pero para ello se tuvo que sustituir a algunas esferas por distintas combinaciones de círculos como círculos excéntricos, epiciclos y círculos deferentes.

En el caso del Sol no se podía explicar la anomalía zodiacal por medio de las esferas, pero sí, por ejemplo, sustituyendo las esferas del Sol por un círculo excéntrico, es decir, un círculo cuyo centro no fuera la Tierra, sino un punto abstracto un poco distante a la Tierra. De esta manera se logra salvar dos principios platónicos que la astronomía ptolemaica nunca abandonó, el del movimiento

³² *Ibidem*, p. 72

³³ *Ibidem*, p. 60

circular de los astros y el de la velocidad uniforme, pues el aparente aumento de la velocidad del Sol durante el solsticio de invierno se debe a que desde la posición de la Tierra al Sol le queda una menor distancia que recorrer. Esto también, al aplicarse a otros planetas puede explicar el aparente aumento o disminución de sus brillos y de sus circunferencias.³⁴

Otro fenómeno desconcertante para el modelo de esferas fue la anomalía heliaca. Esta anomalía se manifiesta de manera diferente entre los planetas inferiores (Venus y Mercurio) y los planetas superiores (Marte, Júpiter y Saturno). Se les llama planetas inferiores a aquellos que están por debajo del Sol y, superiores a aquellos que están por encima. Los primeros disminuyen su velocidad y después retrogradan cuando se encuentran en la misma región zodiacal que el Sol, los segundos, en cambio, sufren este proceso cuando se encuentran en oposición al Sol, es decir, en la posición zodiacal más alejada a él.

Dicha anomalía puede explicarse incorporando círculos deferentes y epiciclos. En el caso de Mercurio y Venus, estos se encontrarían rotando en un círculo llamado epiciclo cuyo centro sería el Sol. A su vez, el Sol rota alrededor de un círculo más grande llamado deferente cuyo centro es la Tierra. Por otro lado, los planetas superiores no podrían tener al Sol como centro del epiciclo, de modo que su centro tiene que ser un punto abstracto. No obstante, lo que tienen en común con los planetas inferiores es que su epiciclo gira alrededor de un deferente concéntrico de la Tierra.

Así quedó claro el porqué del aparente movimiento de retrogradación de los planetas pues, aunque desde la perspectiva de la Tierra pareciera que cada tanto retroceden, en realidad se mueven de manera circular y uniforme. A su vez, por la misma razón, ocasionalmente, los astros parecen más grandes y brillantes.³⁵

Por último, probablemente el mérito más grande del modelo ptolemaico fue que, a diferencia del modelo de las esferas concéntricas, tenía un gran valor predictivo. Sin embargo, no le faltaban limitaciones, pues al igual que como ocurrió con el modelo de Eudoxo, carecía de unidad global. Esto se debe a que cada astro tenía su propio sistema de deferentes y epiciclos. Además, tomando como ejemplo al Sol, desde un punto de vista físico o cosmológico es imposible que el astro recorra un círculo concéntrico y excéntrico a la Tierra. Otro problema de tipo cosmológico es que no hay

³⁴ *Ibidem*, pp. 60 – 61.

³⁵ *Ibidem*, pp. 62 – 66.

ninguna explicación física que dé cuenta de por qué un astro pueda girar alrededor de un punto abstracto, es decir, del vacío. También, considerando que la física aristotélica era la más avanzada en aquel entonces, no cabía ninguna explicación cosmológica que justificase a los círculos excéntricos, dado que los astros al no ser ponderables (pues su movimiento natural es circular) no debían ser capaces de alejarse o acercarse a la Tierra.

Como consecuencia, los astrónomos consideraron que el papel de la astronomía se limitaba a ser un instrumento útil y a salvar las apariencias, es decir, hacer predicciones y descripciones precisas del cielo, pero sin comprometerse a dar una explicación global y verdadera de la realidad celeste, papel que correspondería a la física aristotélica. Esta discrepancia epistémica en sus niveles de compromisos ontológicos entre la astronomía (reducida a un artefacto que salve apariencias) y la física (que sí puede representar la realidad) permanecería durante siglos hasta la llegada del revolucionario modelo copernicano.

1.3.1.2. La astronomía a inicios de la modernidad con interpretaciones del heliocentrismo copernicano

Desde la llegada del sistema de Ptolomeo (siglo II d.C.) tuvieron que pasar aproximadamente mil trescientos años para que apareciera un modelo astronómico capaz de reemplazarlo. Me refiero al modelo heliocéntrico del astrónomo polaco Nicolas Copérnico.³⁶ Durante ese tiempo tan prolongado ocurrieron una serie de cambios de carácter político, económico y religioso que transformarían al mundo para siempre.

Algunos de los eventos más importantes fueron la quema de libros en la Biblioteca de Alejandría, suceso que implicaría una pérdida y un retroceso gigantesco para el conocimiento; el cristianismo se convirtió en la religión oficial de Roma (320);³⁷ el Imperio Romano se dividió en el Imperio Romano de Oriente (luego llamado Imperio Bizantino en el siglo XI) y en el Imperio Romano de Occidente;³⁸ el Imperio Romano de Occidente cayó y se disolvió a manos de los pueblos germanos

³⁶ Isaac Asimov, *Momentos estelares de la ciencia*, Alianza, Madrid, 2001, <http://www.librosmaravillosos.com/momentosestelaresdelaciencia/pdf/momentosestelaresdelaciencia%20-%20Isaac%20Asimov.pdf>, Consultado 7/II/2024, p. 12.

³⁷ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 94.

³⁸ *Idem*.

(476) e inició la Edad Media;³⁹ el cristianismo se asentó en Europa; el surgimiento del Islam en Medio Oriente (siglo VII);⁴⁰ el rescate del conocimiento griego por parte de los pueblos musulmanes,⁴¹ especialmente de la filosofía aristotélica y de la astronomía ptolemaica; la recuperación progresiva del conocimiento griego a Europa a través de los musulmanes;⁴² la invención de la imprenta (1443);⁴³ la caída del Imperio Bizantino a manos de los turcos (1453).⁴⁴ Suceso que, junto con el Renacimiento, se caracterizó por la recuperación del saber antiguo y una revolución cultural, científica y artística que daría inicio a la Edad Moderna. También son de especial importancia el Descubrimiento de América (1492),⁴⁵ y la Reforma protestante de Martín Lutero (1517),⁴⁶ que llevó a la división de la Iglesia Católica.

Copérnico se ubica precisamente en el Renacimiento. Ello implicó muchos condicionantes en lo tocante a la astronomía y a la cosmología. Para empezar, muchos cristianos influyentes habían vinculado el *Génesis*, así como otros relatos bíblicos, con la física aristotélica hasta convertirla en dogma de fe. En aquel entonces, los teólogos y los religiosos contaban con una gran autoridad en las ciencias, lo que suponía, entre otras cosas, decir qué era real y qué era meramente un instrumento útil en el ámbito de la ciencia. Había quienes, por un lado, pensaban que la Biblia en su conjunto debía interpretarse literalmente; pero, por otro, quienes, como Copérnico, pensaban que algunos pasajes debían interpretarse alegóricamente, especialmente en las cuestiones relativas a los fenómenos celestes. Esto permitió que tuvieran cabida al menos tres posibles perspectivas en la cosmología filosófica de la época: una que veía a los modelos astronómicos como simples artilugios que solo salvan las apariencias sin describir la realidad física (que podemos asociar algo anacrónicamente con el moderno instrumentalismo); otra, que podemos identificar como un realismo geocéntrico; y, tras la llegada del modelo copernicano, un realismo heliocéntrico.⁴⁷

³⁹ *Idem*.

⁴⁰ *Ibidem*, p. 95.

⁴¹ *Ibidem*, pp. 96 – 99.

⁴² *Ibidem*, pp. 99 – 107.

⁴³ Ángel Rodríguez Cardona, *Breve historia de la astronomía*, Nowtilus, http://www.librosmaravillosos.com/brevehistoriadelaastronomia/pdf/Breve_historia_de_la_Astronomia_-_Angel_Rodriguez_Cardona.pdf, Consultado 7/II/2024, p. 82.

⁴⁴ *Ibidem*, p. 80.

⁴⁵ *Ibidem*, p. 80.

⁴⁶ *Ibidem*, p. 81.

⁴⁷ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, pp. 150 – 153.

Ahora bien, los teólogos que estaban a favor de la interpretación literal consideraban que el modelo de Aristóteles era real porque se ajustaba mejor al relato bíblico, es decir, que la Tierra sería el centro del Universo y que los astros girarían alrededor de ella. No obstante, ellos eran conscientes de que dicho modelo era incapaz de realizar predicciones precisas; por ello, se apoyaban en el modelo ptolemaico para salvar las apariencias y, a su vez, elaborar calendarios más precisos. No obstante, conforme fue pasando el tiempo, el modelo ptolemaico presentaba cada vez más fallas e imprecisiones. Estas eran corregidas añadiendo más círculos, lo que lo convirtió en un modelo cada vez más complicado.

Copérnico, al ser astrónomo, era conocedor de dichas fallas. Además, señalaba que otro problema del modelo ptolemaico, quizá el más grande, era la necesidad que tenía de incorporar los ecuantos, es decir, puntos abstractos arbitrariamente colocados sobre los que giran algunos astros, lo que no tenía sentido desde un punto de vista físico. Por ello, Copérnico se dio a la tarea de elaborar un modelo astronómico que conciliase a la física con la astronomía y que, a la vez, conservara los principios platónicos de uniformidad, perpetuidad y circularidad. Para ello, tendría que romper con el paradigma geocéntrico y geostático que se había mantenido durante dos mil años. Así fue como surgió su revolucionario modelo heliocéntrico.⁴⁸

Resulta que si todos los planetas, incluyendo a la Tierra, giraran circularmente alrededor del Sol, sería más sencillo dar cuenta de los movimientos de los astros y sin la necesidad de incorporar tantos círculos.⁴⁹ A este movimiento que realizarían los planetas alrededor del Sol se le llamaría traslación. Y el tiempo que le tomaría a la Tierra completar el ciclo es de un año. Otro movimiento importante que realizaría la Tierra es el de rotación. La rotación consistiría en el giro sobre su propio eje que algunos cuerpos celestes llevan a cabo. Este movimiento es el responsable de que se haga de día o de noche dependiendo del hemisferio que tenga contacto con la luz del Sol. Tal movimiento, que se da de este a oeste en la Tierra, dura aproximadamente veinticuatro horas en nuestro planeta; por ello, durante más o menos doce horas será de día y durante otras doce horas será de noche.⁵⁰ Por último, en lo que respecta a la posición de la Luna, esta gira alrededor de la Tierra.

⁴⁸ Alberto Elena, *Las quimeras de los cielos*, Siglo veintiuno, Madrid, 1985, pp. 110 – 112.

⁴⁹ *Ibidem*, pp. 125 – 126.

⁵⁰ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 135.

Copérnico publicó sus ideas en dos grandes obras, primero en el *Commentariolus* y después en el *Revolutionibus*, que se imprimió y publicó el día de su muerte.⁵¹ Inicialmente Rheticus, el astrónomo y amigo de Copérnico, se encargó de llevar la obra a la imprenta; no obstante, por alguna razón este papel lo terminaría tomando el teólogo luterano Andreas Osiander. Como años antes ya habían sido condenadas las ideas heliocéntricas por cristianos como Martín Lutero, Osiander prefirió escribir un prefacio anónimo en el que afirmaba que el modelo copernicano no representaba la realidad y que no era más que un instrumento matemático útil que salvaba las apariencias.⁵²

Dicho prólogo abrió un debate entre una interpretación que hoy llamaríamos realista y otra que llamaríamos antirrealista del modelo copernicano.

En términos muy generales, diversos personajes influyentes del mundo cristiano defendieron una forma de realismo geocéntrico y una interpretación instrumentalista del heliocentrismo copernicano; frente a ellos, Copérnico y los copernicanos preferían un realismo heliocéntrico.

En el contexto de este debate el célebre copernicano Giordano Bruno fue ejecutado a manos de la Inquisición, no precisamente por su copernicanismo, pero sí en parte motivado por este. Bruno fue un religioso dominicano, mago, alquimista y acérrimo defensor del realismo copernicano. Lo que lo condenó, además de su actitud sarcástica y desafiante ante la autoridad, fue que se percató que si no es el caso que los astros están encerrados en esferas, tal como lo afirmaba el modelo homocéntrico de Aristóteles, entonces cabría la posibilidad de que el Universo fuera infinito.⁵³

Durante quince años Giordano Bruno anduvo como predicador errante por ciudades europeas para no ser atrapado por sus persecutores, quienes lo capturaron en Venecia en el año 1592 y lo trasladaron a Roma. Finalmente, tras ocho años de cautiverio, fue quemado vivo hasta su muerte.⁵⁴ Hasta entonces, la Iglesia Católica había mantenido una postura relativamente tolerante hacia el modelo copernicano, especialmente si se compara con la actitud que tomaron los luteranos; sin embargo, debido al Cisma de Occidente promovido por la Reforma protestante, a muchos jefes eclesiásticos les preocupaba que pensamientos heréticos y personajes como Giordano Bruno

⁵¹ *Ibidem*, p. 109.

⁵² Isaac Asimov, *Momentos estelares de la ciencia*, p. 15.

⁵³ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, pp. 166 – 167.

⁵⁴ *Ibidem*, p. 165.

mermaran la credibilidad de la Iglesia y ocasionaran aún más fracturas. Como consecuencia, en el año 1616 condenaron la obra de Copérnico y la sumaron a la lista de libros prohibidos.⁵⁵

Ahora bien, la censura y la persecución no eran los únicos problemas que enfrentaba el modelo copernicano. También tenía problemas de carácter empírico y teórico en lo tocante a la astronomía, pero más aún en la cuestión física. Por ejemplo, si se acepta que la Tierra se mueve alrededor de Sol y gira sobre sí misma, Copérnico nunca fue capaz de explicar satisfactoriamente por qué cuando se deja caer un objeto al suelo este cae directamente abajo desde donde se le soltó en vez de caer en otro punto del suelo que supuestamente ya se habría movido. Tampoco logró explicar por qué, si es que la Tierra rota, los objetos que se encuentran dentro de ella no salen disparados de la misma manera en que ocurre en un carrusel al girar.⁵⁶

Giordano Bruno fue uno de los primeros en dar solución a este problema. Según él, si dos sujetos se encuentran de manera paralela sosteniendo una piedra, pero uno de ellos se encuentra en tierra firme y el otro se encuentra en un barco que se mueve en línea recta hacia delante, se apreciará que, desde el punto de vista del observador en el barco, su piedra caerá en línea recta; sin embargo, desde el punto de vista del observador fuera del barco, la piedra de su compañero no caerá en línea recta, sino que se desplazaría hacia adelante. Esto ocurre debido a que las velocidades se suman. Giordano nunca acuñó el término de inercia o movimiento relativo, pero se puede ver en este ejemplo que no estaba lejos de ello. El punto es que esto explicaba por qué dentro de la Tierra no se apreciaba su movimiento exterior.⁵⁷

Otro par de problemas del modelo copernicano eran, por un lado, que sus predicciones tenían cierto margen de error. En el caso de las estrellas era de aproximadamente diez minutos;⁵⁸ por otro lado, carecía de cualquier justificación que sostuviera por qué la Tierra y los otros planetas deberían de girar alrededor del Sol.

En respuesta, el más grande rival de Copérnico, el astrónomo Tycho Brahe, desarrolló un modelo geostático y geocéntrico en el que el que el Sol giraba alrededor de la Tierra, pero el resto de los planetas giraban alrededor del Sol. De esta manera se redujo el rango de error de las predicciones

⁵⁵ Ángel Rodríguez Cardona, *Breve historia de la astronomía*, p. 89.

⁵⁶ Alan F. Chalmers, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, Siglo veintiuno, México, 1990, pp. 101 – 102.

⁵⁷ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, pp. 168 – 169.

⁵⁸ *Ibidem*, p. 175.

a un minuto en el caso de las estrellas y a dos en el caso de los planetas.⁵⁹ Además, como la Tierra se encontraba completamente quieta, no tenía que lidiar con los problemas físicos con los que se enfrentaba el modelo copernicano.

Más tarde, el discípulo de Tycho Brahe y gran admirador de Copérnico, Johannes Kepler, desarrolló un modelo heliocéntrico de inspiración copernicana, pero aún más simple y elegante que los dos anteriores. Además, tenía un menor margen de error que el modelo copernicano. Para lograrlo tuvo que idear las tres leyes de mecánica celeste que llevan su nombre.

- 1) *Los planetas giran en órbitas elípticas alrededor del Sol, que se halla situado en uno de los dos focos de la elipse.*⁶⁰
- 2) *La línea que une un planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.*⁶¹ Ello implica que el movimiento de los planetas no es uniforme, sino variable.
- 3) *El cuadrado del período orbital de cualquier planeta es directamente proporcional al cubo de su distancia media al Sol.*⁶² Esto debido a que la velocidad de los planetas depende de la fuerza (magnética) del Sol, de la distancia a la que se encuentren ambos cuerpos y de la inercia del planeta en cuestión.⁶³

Curiosamente, la segunda ley fue desarrollada antes que la primera, puesto que Kepler descubrió que entre más cerca se encuentren los planetas del Sol, mayor será la velocidad a la que se moverán. Por otro lado, Kepler se percató que, de acuerdo con sus observaciones, los planetas debían de seguir trayectorias ovoidales; pero como las matemáticas de su entonces no eran capaces de explicar dichas trayectorias, se sirvió de la geometría de elipses desarrollada principalmente por Arquímedes y Apolonio de Perga, pues era la figura que más se le parecía.⁶⁴

Conviene hacer hincapié en las leyes de Kepler porque rompieron con los ideales griegos atribuidos comúnmente a Platón de circularidad y uniformidad. Ello en pro de un modelo inteligible capaz de dar cuenta de las observaciones astronómicas de forma más adecuada. Esto resulta paradigmático pues, si bien la intención de Copérnico estribaba en defender los principios

⁵⁹ *Idem.*

⁶⁰ Ángel Rodríguez Cardona, *Breve historia de la astronomía*, p. 97.

⁶¹ *Ibidem*, p. 98.

⁶² *Idem.*

⁶³ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, pp. 215 – 219.

⁶⁴ *Ibidem*, pp. 218 – 219.

platónicos anteriormente descritos, las consecuencias lógicas esgrimidas por su modelo terminarían dando paso a un revolucionario cambio de paradigma. Sin embargo, el ideal platónico de inteligibilidad nunca había estado mejor justificado. Por ello, no es de extrañar que Kepler, además de mejorar el modelo copernicano, defendiese la interpretación realista, con lo que fue una de las primeras grandes voces que se lanzó en contra del prólogo de Osiander.

Probablemente el más grande defensor del realismo copernicano fue el científico italiano Galileo Galilei, que realizó tanto aportaciones teóricas como empíricas. Sus aportaciones teóricas se deben en gran parte al trabajo realizado por Arquímedes en la mecánica, especialmente en lo que respecta a la estática, la célebre ciencia que estudia el equilibrio de los cuerpos. Galileo pasó de una mecánica del equilibrio a una mecánica del movimiento, la dinámica, cuando estudió el funcionamiento del movimiento pendular.⁶⁵ Resulta, pues, que este movimiento lo ayudó a ralentizar la velocidad con la que caen los objetos. Esto fue muy importante porque es muy difícil medir la velocidad con la que caen los objetos en línea recta debido a su alta velocidad. Por ello, la observación del movimiento pendular fue útil para identificar que, sin importar el peso, los objetos caen al mismo tiempo, si se les arroja desde la misma distancia, exceptuando los casos en que la fricción del aire ralentiza la caída de alguno de estos. También descubrió que todos los objetos conservan su estado de movimiento o de reposo siempre y cuando no actúe sobre ellos una fuerza neta distinta de cero que modifique su estado. A este fenómeno se le conoce como inercia. Galileo desarrolló, además, el concepto de movimiento relativo para explicar cómo es posible que aun cuando la Tierra se mueva, los objetos caigan en línea recta en vez de salir desprendidos del planeta. Para esto llegó a servirse de ejemplos similares a los que usó Giordano Bruno. Uno de estos fue el contraste entre la manera en la que cae un objeto desde el punto de vista de un observador dentro de un barco en movimiento con respecto a un observador fuera del barco en relativa quietud. Sin embargo, el aporte de Galileo a este concepto, así como a la física en general, fue la vinculación de las matemáticas con la física, que hasta entonces era, más bien, cualitativa. Según decía, *el libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático*.⁶⁶

⁶⁵ Isaac Asimov, *Grandes ideas de la ciencia*, <http://www.librosmaravillosos.com/grandesideasdelaciencia/pdf/Grandes%20ideas%20de%20la%20ciencia%20-%20Isaac%20Asimov.pdf>, Consultado 7/11/2024, pp. 36 – 38.

⁶⁶ *Ibidem*, p. 34.

Dichos términos y explicaciones, a la par que defendían físicamente la validez del modelo copernicano, también refutaban la física aristotélica, pues, según tal física, los objetos más pesados deberían de caer antes que los más livianos, fenómeno que se probó que no sucede así. Sin embargo, los más grandes golpes en contra de la posición aristotélica y, a su vez, a favor del copernicanismo se llevarían a cabo cuando Galileo descubrió en el año 1609 el telescopio inventado por Hans Lippershey, cuyo diseño mejoró, e inventó así los telescopios que hoy llamamos galileanos.⁶⁷

Galileo comprendió las ventajas prácticas que traía consigo dicho invento respecto a la observación de los astros y se percató por vez primera de detalles astronómicos de los que nunca se había podido dar cuenta nadie antes del telescopio, pues los objetos que se observaban parecían demasiado pequeños. Algunos de sus descubrimientos más relevantes fueron que Júpiter tenía varias lunas que giraban alrededor de él;⁶⁸ las fases de Venus, lo que probaba, tal como lo indica el modelo copernicano, que el planeta giraba alrededor del Sol;⁶⁹ y que la Luna no era una esfera perfecta, sino que se encontraba llena de cráteres y montañas al igual que la Tierra.⁷⁰ Con ello se daba un duro golpe en contra del modelo aristotélico que sostenía el principio de circularidad y de uniformidad.

La batalla más dura a la que se enfrentó Galileo en defensa del realismo copernicano no se dio ni en el campo de la física, ni en el de la astronomía, sino en el de la política de su época. Política que estaba fuertemente vinculada con la teología. Además, si a esto se le suma la personalidad temperamental y temeraria de Galileo, no es de extrañar que se haya hecho enemigo de teólogos y de varias autoridades religiosas.⁷¹

En un principio, a Galileo se le recomendó múltiples veces sostener la postura instrumentalista respecto al heliocentrismo copernicano. Pero Galileo se atrevió a arremeter en contra de algunas de las interpretaciones literales de la Biblia, especialmente de las que no se puede tener certeza en

⁶⁷ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 238.

⁶⁸ Thomas S. Kuhn, *La revolución copernicana: la astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, Ariel, Barcelona, 1981, <http://www.librosmaravillosos.com/revolucioncopernicana/pdf/La%20revolucion%20copernicana%20-%20Thomas%20S.%20Kuhn.pdf>, Consultado 7/11/2024, pp. 290 – 291.

⁶⁹ *Ibidem*, pp. 291 – 292.

⁷⁰ Alan F. Chalmers, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, 1990, pp. 102 – 103.

⁷¹ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 233.

lo que refiere a la composición del cielo, pues, según él, la ciencia era la que debería tener la última palabra en estos asuntos.⁷² Ello no significaba que Galileo fuese un ateo que se opusiese a la verdad revelada, simplemente creía que la ciencia era capaz de ofrecer algunas certezas y que no todos los pasajes de la Biblia debían interpretarse de forma literal, dado que son o muy vagos o de carácter alegórico o metafórico.⁷³ Es importante advertir que las certezas de las que hablaba Galileo no se referían a la verdad del modelo copernicano, sino a la seguridad de que la teoría aristotélica era falsa, pues la observación empírica mostraba que los astros no eran esferas perfectas, la Tierra no estaba quieta ni era el centro del Universo, y no era el caso de que los planetas o el Sol giraran alrededor de esta. Aquí radica la virtud del modelo copernicano, pues se adecuaba a las observaciones presentes y futuras de los fenómenos particulares. Según Galileo, esta correspondencia entre la teoría y las observaciones (de los hechos) era el mejor indicador de verdad de cualquier teoría científica. Por ello, según él, la teoría copernicana hacía más que simplemente salvar las apariencias, pues correspondía en gran medida con la naturaleza, es decir, con la realidad.⁷⁴

Otro argumento del que Galileo hizo alusión a favor del realismo copernicano es la inferencia a la mejor explicación. Antonio Diéguez la define de este modo.

Dado un hecho concreto, si hay para él varias hipótesis explicativas posibles evidencialmente equivalentes, pero una de ellas es claramente la mejor en lo que se refiere a su poder explicativo, es decir, proporciona la explicación más probable, o la más elegante, o la más profunda, o la más simple, o la menos rebuscada, o la que mejor coordinación da a los detalles, o la más comprensiva, o la más coherente con explicaciones anteriores, etc., entonces (en ausencia de otras circunstancias relevantes que pudieran modificar la decisión) parece lógico aceptar esa hipótesis en lugar de las otras.⁷⁵

Galileo empleó dicha inferencia de la siguiente forma:

Quien, para mantener inmóvil a la Tierra, cree razonable mover todo el universo me parecería aún más insensato que aquel otro que subiera a vuestra cúpula con objeto de echar un vistazo a

⁷² *Ibidem*, pp. 247 – 248.

⁷³ *Ibidem*, pp. 246 – 250.

⁷⁴ Alberto Elena, *Las quimeras de los cielos*, pp. 185 – 186.

⁷⁵ Antonio Diéguez, *Realismo científico*, 1998, p. 102.

*la ciudad y sus alrededores y pidiese que se hiciera girar en torno suyo a toda la región para no tener así que molestar en volver la cabeza.*⁷⁶

Además, puesto que Galileo no aceptaba que en el mundo hubiera espacio para la contradicción, tampoco creía en la doctrina de la doble verdad de Averroes, quien sostenía que tanto la verdad revelada como la verdad de la razón eran ciertas, aún a pesar de que ambas pudieran contradecirse.⁷⁷ Por lo tanto, la postura de Galileo empujaba a los teólogos a interpretar la Biblia con más cuidado y al margen de los descubrimientos de la ciencia. Postura que, por supuesto, no fue del agrado de muchas de las autoridades religiosas.

Por ello, en el año 1633 Galileo fue juzgado por la Santa Inquisición. El Santo Oficio lo acusó de herejía y lo obligó a retractarse del realismo copernicano, entre otras cosas. Finalmente, para terminar el proceso se le condenó a pasar el resto de su vida en arresto domiciliario y en casi completa soledad. También se le prohibió retomar el estudio y la enseñanza de las grandes cuestiones físicas y astronómicas que tanto incomodaban a la Iglesia.⁷⁸

A pesar de este lamentable final, los esfuerzos de Galileo, así como de otros grandes pensadores, abrieron el camino que recorrerían muchos científicos posteriores en defensa del realismo copernicano, del conocimiento racional y de la necesidad de autonomía que requiere la ciencia para progresar. Y no fue sino hasta la llegada de Isaac Newton y su teoría de la gravitación universal que el realismo copernicano pudo gozar de la inteligibilidad física y de la unidad que necesitaba. Ahora bien, es importante aclarar que para este entonces la teoría copernicana se había beneficiado de las aportaciones de Galileo y de Kepler, así como de otros científicos. Siendo así, la teoría que heredó Newton fue una versión mejor fundamentada. Esto implica, desde el punto de vista del realismo, que 1) ninguna teoría es completamente verdadera, sino aproximadamente verdadera y, 2) que la ciencia puede mejorar sus teorías para aumentar su grado de aproximación a la verdad. Esto implica progreso.

1.3.1.3. La discusión sobre el realismo de los átomos en el siglo XIX

⁷⁶ Alberto Elena, *Las quimeras de los cielos*, 1985, p. 186.

⁷⁷ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 251.

⁷⁸ *Ibidem*, pp. 234 – 235.

La teoría atómica tuvo su primera forma en la Grecia del siglo V a. C., como una respuesta a algunos postulados de la filosofía parmenidiana, filosofía que, de acuerdo con la tradición filosófica, sostenía la permanencia del ser, la imposibilidad del cambio y la infinita divisibilidad de la materia (el continuismo de la materia), entre otras cosas.⁷⁹ Los primeros autores de la teoría atómica fueron, en primer lugar, Leucipo de Mileto (siglo V a. C) y, en segundo lugar, su discípulo, Demócrito de Abdera.⁸⁰ *Grosso modo*, la teoría sostiene que si se desmenuza un objeto material cualesquiera, llegado a un punto, no se podrá dividir en más partes, dado que existe una unidad física mínima, inmutable e indivisible llamada átomo. De estas entidades se compone toda la materia. Además, de la unión y separación que se da entre los átomos existentes, fenómeno causado por la colisión azarosa entre estos dentro de un espacio vacío –y cuya extensión es infinita–⁸¹, se explica el cambio, la generación y la corrupción o desintegración de todas las cosas materiales – con la excepción de los propios átomos, por supuesto–, pero sin por ello rechazar la permanencia del ser,⁸² pues según Demócrito, *nada puede ser creado de la nada, ni puede ser destruido y reducido a nada.*⁸³

No está de más señalar que dicha teoría, aunque fuese perspicaz y disruptiva, era meramente descriptiva. Y aunque se reconozca su importancia hoy en día, durante toda la Antigüedad y el Medioevo jamás alcanzó el grado de sistematización y justificación del que gozaba la física aristotélica, ni tampoco había forma de constatarla empíricamente como sucedía con la astronomía, pues no existía tecnología que pudiera dar cuenta ya sea directa o indirectamente de algo tan pequeño que resulta invisible. Por ello, la teoría del átomo constituía una filosofía natural altamente especulativa.

No fue hasta la llegada del siglo XIX que algunos científicos, específicamente químicos, empezaron a tomar en serio la existencia del átomo, empezando por el químico inglés, John Dalton.⁸⁴ Pero previo a ello fue necesario el desarrollo de una ciencia metódica con instrumentos lo suficientemente precisos para llevar a cabo experimentos rigurosos. También fue indispensable

⁷⁹ Samuel Sambursky, *El mundo físico de los griegos*, 1990, pp. 130 – 133.

⁸⁰ Ana Rioja y Javier Ordóñez, *Teorías del universo*, p. 89.

⁸¹ El axioma del espacio vacío e infinito en la teoría atómica fue una aportación de Epicuro de Samos.

⁸² Samuel Sambursky, *El mundo físico de los griegos*, pp. 130 – 135.

⁸³ *Ibidem*, p. 132.

⁸⁴ Issac Asimov, *Breve historia de la química*, Alianza, Madrid, 2003, p. 44.

la definición moderna de elemento químico consolidada por el químico francés, Antoine-Laurent Lavoisier en su *Traité élémentaire de chimie* (1789).⁸⁵

*With the word 'elements' or 'principles of bodies,' we associate the notion of the ultimate entity arrived at by analysis; all substances that we have not yet decomposed by any means, we consider elements.*⁸⁶

Otras de sus aportaciones importantes fueron la ley de la conservación de la materia (o la masa), que recuerda bastante al principio de Demócrito; y la popularización de los estudios gravimétricos en el análisis químico de la estructura de la materia.⁸⁷

Gracias a los estudios gravimétricos, en el año 1792 el químico alemán Jeremias Benjamin Richter descubrió que una condición necesaria para que un compuesto de ácido neutralizase a una base, o viceversa, es que los pesos de ambos deben ser equivalentes y estos pesos siempre deben de estar en proporciones fijas, es decir, que no hay un caso en el que los pesos varíen.⁸⁸

Este descubrimiento desató el debate entre los químicos Berthollet y Joseph Louis Proust entre los años de 1801 y 1808, pues querían saber si este fenómeno se extiende a la química en general. El primero sostenía que la combinación de elementos de un compuesto podía variar dependiendo del método de preparación;⁸⁹ por ejemplo, él pensaba que los elementos x e y podían variar, si se agregaba un exceso de alguno de estos, ya sea x o y .⁹⁰ En cambio, Proust demostró en 1799 que, sin importar el método de preparación, el carbonato de cobre tiene proporciones definidas o constantes de cobre, carbono y oxígeno. Además, probó que este fenómeno ocurre en muchos otros compuestos. Debido a ello, por medio de una generalización elaboró *la ley de las proporciones definidas o constantes*.⁹¹

Todos los compuestos contienen proporciones definidas de sus elementos constituyentes o, dicho de otro modo, la proporción de los pesos de los elementos que aparecen en un compuesto es

⁸⁵ Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, Oxford University Press, New York, 1998, p. 197.

⁸⁶ *Idem*.

⁸⁷ *Ibidem*, pp. 197 – 198.

⁸⁸ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 26.

⁸⁹ *Idem*.

⁹⁰ Issac Asimov, *Breve historia de la química*, p. 43.

⁹¹ *Ibidem*, pp. 43 – 44.

siempre la misma (por ejemplo, según hoy sabemos, en la composición del agua la proporción de los pesos del hidrógeno y del oxígeno es de 1:8).⁹²

En el año 1803 Dalton publicó otra importante ley gravimétrica, *la ley de las proporciones múltiples [simples]*.⁹³ “Cuando dos elementos se unen en proporciones diversas para formar más de un compuesto, estas proporciones diversas guardan entre sí una razón simple”.⁹⁴

Por ejemplo, si se descompone un compuesto de agua (H₂O), se apreciará que la proporción del peso del hidrogeno será de 2 mientras que el peso del oxígeno será de 16, siendo la razón de sus pesos 2:16. Mientras que la razón del peso del compuesto HO es de 1:8.⁹⁵

Estos descubrimientos suscitaron ciertos problemas para los químicos que Dalton no pudo dejar pasar. Para empezar, ¿cuál es la razón por la que las combinaciones de los elementos resultan tener pesos constantes, es decir, números racionales? Esta era una tendencia o, mejor dicho, una coincidencia bastante difícil de explicar desde una postura continuista de la materia, pues no ocurre que haya compuestos cuya razón de su proporción sea 1.5:8 o dígase 1½:8. Por ello, para Dalton la mejor explicación era que, llegado a un punto los elementos ya no se pueden dividir; de modo que debe haber una unidad física mínima y delimitada. A esta unidad mínima de la materia se le llamó átomo.⁹⁶

Además de la indivisibilidad, Dalton le atribuyó al átomo las siguientes propiedades.⁹⁷

- Todos los átomos de un elemento son similares y tienen el mismo peso.
- Los átomos de diferentes elementos tienen propiedades y pesos diferentes.
- Los átomos son indestructibles e inalterables. Por ende, la transmutación de la materia, fenómeno en el que creían los alquimistas del pasado, es imposible.
- Y la existencia de diferentes compuestos se debe a la unión (o desunión) de un número definido de distintos tipos de átomos.

⁹² Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 26.

⁹³ Issac Asimov, *Breve historia de la química*, p. 45.

⁹⁴ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 27.

⁹⁵ Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, p. 200.

⁹⁶ Issac Asimov, *Breve historia de la química*, p. 44.

⁹⁷ Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, p. 198.

Tomando en cuenta lo anterior, es natural deducir que las proporciones de elementos de un compuesto tengan números fijos, es decir, números enteros, pues no era concebible que una fracción de átomo se desprendiese y se uniera a alguna sustancia.

En 1808 Dalton compartió su interpretación corpuscular de la materia en su obra titulada *Un nuevo sistema de filosofía química*.⁹⁸ Además, con base en ello, elaboró una escala de pesos relativos para varios elementos. Sin embargo, esta escala no estaba libre de errores y poco a poco algunos simpatizantes desarrollaron mejores escalas.

Por otra parte, es destacable que el trabajo de Dalton no fue muy bien recibido por gran parte de la comunidad científica, en parte debido a la influencia de las filosofías idealistas y positivistas de aquel entonces.⁹⁹ Por un lado, en la mayoría de los casos el idealismo tenía al atomismo como una teoría que no correspondía con la cosa en sí, o con el espíritu absoluto,¹⁰⁰ o con la voluntad,¹⁰¹ en otras palabras, con la realidad. Por otro lado, el positivismo afirmaba que la ciencia solo debía ocuparse del estudio de las relaciones inmutables que constituyen las leyes de todos los hechos observables. A su vez, estos hechos debían relacionarse con cantidades mensurables.¹⁰²

Según Bernard Pullman, el positivismo exigía criterios tan rígidos que la ciencia simplemente no podría cumplirlos. Además, agrega que gracias a que la ciencia tomó otro camino fue capaz de desarrollarse.¹⁰³ Sin embargo, para bien o para mal, no cabe duda de que dicha filosofía tuvo un papel importante en el debate sobre la realidad de la teoría atómica.

De igual manera, había quienes, a pesar de aceptar sus consecuencias útiles, simplemente no querían comprometerse con una teoría que no había sido demostrada. Después de todo, a pesar de que la teoría atómica tuviese un gran poder explicativo, no dejaba de ser una interpretación sobre los datos obtenidos.¹⁰⁴

⁹⁸ Issac Asimov, *Breve historia de la química*, p. 46.

⁹⁹ Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, pp. 193 - 194.

¹⁰⁰ *Ibidem*, pp. 208 – 214.

¹⁰¹ *Ibidem*, pp. 214 – 219.

¹⁰² *Ibidem*, p. 221.

¹⁰³ *Idem*.

¹⁰⁴ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 28.

Por lo anterior, además del atomismo, había otras teorías antiatomistas que pretendían dar cuenta de los fenómenos químicos, pero sin requerir de conceptos tales como átomo, molécula o materia. Las alternativas más populares fueron el equivalentismo y el energitismo.

El equivalentismo, principalmente defendido por los químicos Sainte-Claire Deville y Marcellin Berthelot, era una posición que sostenía que en vez de utilizar al concepto de “átomo” para explicar las proporciones en que se componen las sustancias, los científicos debían limitarse a utilizar el concepto de “pesos equivalentes”, pues el último término, a diferencia del primero, no es de carácter hipotético, sino más bien descriptivo y, por ello, sería acorde con la ciencia, puesto que, en la opinión de Berthelot, la ciencia debe establecerse por leyes y no por hipótesis.¹⁰⁵

Según Pullman, esta exigencia del equivalentismo se debe a la influencia del positivismo. Además, agrega que la pretensión de Berthelot era convertir a la ciencia en un sistema de clasificación y recortes de hechos observables.¹⁰⁶

La otra postura antiatomista fue defendida principalmente por los científicos Wilhelm Ostwald, Pierre Duhem y Henri Poincaré. De acuerdo con el energitismo, la materia no era el fundamento de la realidad, sino la energía. Incluso iba más lejos, pues afirmaba que la teoría atómica de la materia, pese a tener un gran valor instrumental, carecía de valor de verdad. Estas ideas se justificaban a partir de una interpretación de la termodinámica en la que el mecanicismo quedaba reducido a la primera. De este modo, la química debía entenderse como la ciencia que estudia las transformaciones de la energía. Por lo tanto, los fenómenos que se aprecian no son causados por las múltiples interacciones de la materia, sino por las distintas formas cuantificables que toma la energía.¹⁰⁷

Sin embargo, a principios del siglo XX, varios científicos incluyendo a Albert Einstein establecerían las relaciones precisas entre los términos materia y energía.¹⁰⁸ Por lo tanto, la disputa sobre la realidad ontológica de tales términos quedará disuelta dado que, en cierto sentido, se convertirán en términos equivalentes.¹⁰⁹

¹⁰⁵ Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, pp. 232 – 235.

¹⁰⁶ *Ibidem*, p. 233.

¹⁰⁷ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 31 – 34.

¹⁰⁸ *Ibidem*, p. 38.

¹⁰⁹ Es importante señalar que esta postura es bastante amplia y es mucho más que una simple oposición al atomismo. Sin embargo, por motivos de tiempo y espacio no es posible abarcar el tema en la extensión que se merece.

Otro problema para el atomismo fue que la nomenclatura de términos como átomo, molécula, equivalente, etcétera, no estaban claramente definidos.¹¹⁰ En consecuencia, a menudo se utilizaban dichos términos de manera intercambiable para referirse a partículas compuestas o partículas simples. Esto resultaba muy confuso y se prestaba a una serie de problemas semánticos que entorpecían los estudios ontológicos. Por ello, aconteció que en 1860 en Karlsruhe se celebró el primer congreso internacional de química. El objetivo del evento era acordar de una vez por todas qué se entiende por átomo, por molécula y por el resto de los términos de tal índole. Ciertamente, en ese mismo día no se llegó a un consenso total; no obstante, gracias a ello, en un futuro próximo, se pudieron definir y aceptar de manera generalizada estos conceptos.¹¹¹

Según Roscoe, *a molecule is a group of atoms forming the smallest unit of a chemical species, whether simple or compound, that can be isolated or that can exist by itself: it is the smallest quantity of a substance that can enter in a reaction or can be generated by it; an atom is the smallest unit of an element that can exist in a compound substance as an indivisible chemical mass.*¹¹²

Otro hito importante del evento fue la exaltación de la importancia de la *ley de Avogadro* para determinar los pesos atómicos, pues había sido prácticamente ignorada durante décadas.¹¹³ Dicha ley afirmaba que *números iguales de partículas [ya sea que estén formadas por átomos o moléculas] de un gas a una temperatura dada [es decir, a la misma temperatura] darán siempre volúmenes iguales, independientemente del gas de que se trate.*¹¹⁴

A estas alturas el atomismo ya se había convertido en una teoría popular entre los científicos. Sin embargo, este apoyo no solo se debió a ciertos descubrimientos químicos, sino también físicos, o más concretamente, electroquímicos. Resulta pues que los estudios de la electricidad condujeron a los científicos a descubrir que dicho fenómeno físico también cumple un papel fundamental en la química. Un caso simple, pero esclarecedor, es el de la electrólisis o ruptura de moléculas por una corriente eléctrica.¹¹⁵ Como había algunos elementos que eran muy difíciles de aislar por

¹¹⁰ *Ibidem*, p. 29.

¹¹¹ *Ibidem*, pp. 30 -31.

¹¹² Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, p. 207.

¹¹³ *Idem*.

¹¹⁴ Issac Asimov, *Breve historia de la química*, p. 49.

¹¹⁵ *Ibidem*, p. 53.

medio de sustancias químicas, al químico inglés Humphry Davy se le ocurrió que podría aislar a algunos elementos mediante la electricidad, y lo consiguió.¹¹⁶ Más adelante, su asistente Michael Faraday continuaría con la investigación y desarrollaría las dos leyes de la electrólisis. La primera ley establecía que *la masa de sustancia liberada en un electrodo durante la electrólisis es proporcional a la cantidad de electricidad que se hace pasar a través de la solución.*¹¹⁷ Mientras que la segunda ley sostenía que *el peso de metal liberado por una cantidad dada de electricidad es proporcional al peso equivalente del metal.*¹¹⁸

De acuerdo con algunos de los químicos de la época, estas leyes podían significar que la electricidad se componía de pequeños átomos eléctricos, de modo que estos al interactuar con los átomos de la materia los movían de un sitio a otro lo que, en consecuencia, escindía a las moléculas en componentes más simples.¹¹⁹

No obstante, en el año 1905, Albert Einstein proporcionó la prueba que terminaría de convencer a la comunidad científica, o al menos a la mayor parte, sobre la constitución atómica de la materia. En síntesis, durante ese año publicó un artículo que explicaba el movimiento browniano, movimiento aparentemente errático de las partículas (de polen) en un fluido. Apoyándose en la teoría cinético molecular y en la hipótesis de Avogadro, Einstein determinó que este movimiento se debía a la colisión constante de las moléculas en el fluido. Además, haciendo uso del número de Avogadro (N), elaboró una ecuación que determinaba el desplazamiento medio de las partículas. El número de Avogadro es el número de moléculas que hay en un gramo de alguna sustancia. Según la hipótesis de Avogadro, N siempre debe ser constante. Tiempo después Einstein calculó el valor del número y obtuvo una cantidad muy grande y específica. Posteriormente, otros científicos obtuvieron resultados semejantes a través de diversos métodos. De ello se concluyó que si es el caso que se puede contar a las moléculas y a los átomos con tal grado de precisión, es porque realmente existen.¹²⁰

Sin embargo, lo cierto es que antes de que pudiese concluirse el debate sobre si existe una unidad última e indivisible de la materia, el concepto de átomo se había transformado y, por ende, también

¹¹⁶ *Ibidem*, p. 52.

¹¹⁷ *Ibidem*, p. 53.

¹¹⁸ *Idem*.

¹¹⁹ *Idem*.

¹²⁰ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 38 – 39.

el contexto de la discusión. Resulta que a finales del siglo XIX los científicos descubrieron que aquellas partículas que llamaban “átomos” realmente no lo eran, es decir, no lo eran en su sentido original, pues se constituían de partes más pequeñas, tal como lo pudieron comprobar los físicos Rutherford y Lawrence.¹²¹ Aun así, la palabra átomo se siguió utilizando para referirse a esas entidades divisibles. Por ello, los físicos del siglo XX en adelante ya no concebirían al átomo como a esa entidad última, sino más bien, como a otra partícula más con componentes subatómicos.

Pese a lo anterior, si bien estos descubrimientos suscitaron nuevos debates y caminos de investigación, también es importante recordar las viejas preguntas que, en caso de ser pertinente, conviene rescatar y situar en el contexto actual porque tal vez se pueda descubrir algo importante gracias a ellas. Siendo así, la pregunta sobre la existencia de alguna entidad o espacio mínimo e indivisible queda abierta tanto en la filosofía como en la ciencia.

1.3.1.4. La discusión sobre las interpretaciones de la física cuántica en el siglo XX

Según Gustavo Esteban Romero, la mecánica cuántica (MC) es la teoría física fundamental sobre los procesos a escala atómica.¹²² Ahora bien, la MC no implica una refutación de la física clásica (FC), sino que más bien marca una distinción en la que, a cierto nivel, los fenómenos físicos no pueden ser entendidos mediante la concepción clásica. Esta caracterización, además, tampoco implica que la MC se restrinja a los microsistemas, pues también es especialmente útil para estudiar fenómenos macroscópicos como agujeros negros,¹²³ láseres de luz, etc.

Mario Bunge asevera que muchas han sido las caracterizaciones que se le ha dado a la MC, no obstante, todas aceptan el mismo formalismo matemático constituido por:

(a) the Schrodinger equation (with any sort of Hamiltonian, provided it does not countain the wave fuction itself); (b) the usual mathematical restrictions imposed upon the wave function (countinuity, uniformity, vanishing at infinity, and some sort of integrability);

¹²¹ Isaac Asimov, *Momentos estelares de la ciencia*, pp. 91 – 97.

¹²² Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, Springer, s/l, 2018, p. 99.

¹²³ José María Bermúdez de Castro, “La paradoja de la perdida de información de los agujeros negros” en *Muy interesante*, 2024, <https://www.muyinteresante.com/ciencia/63258.html>, Consultado 15/III/2024.

(c) the definition of matrix element and, in particular, of the space (average) of a dynamical variable; and d) Heisenbergs “uncertainty relations”.¹²⁴

Algunas pautas que pueden ser de ayuda para comprender, más allá de la cuestión matemática, en qué radica la MC y cómo se distingue de la física clásica son las siguientes afirmaciones (aunque muy probablemente haya más):

1. La cuantización de la energía, es decir, la energía a bajos niveles no es continua.
2. La incorporación de la función de onda (Ψ) para describir el estado y la evolución de un sistema cuántico (que considera la posición, la velocidad, el spin, etcétera).
3. El comportamiento corpuscular y ondulatorio de las entidades cuánticas.
4. El principio de indeterminación (o incertidumbre) de Heisenberg.

Los orígenes de la MC se remontan a la primera afirmación. A principios del siglo pasado, Max Planck descubrió que la radiación electromagnética no es continua, sino que se emite y absorbe en paquetes de energía llamados cuantos.¹²⁵

La historia continúa con la explicación de Albert Einstein sobre el efecto fotoeléctrico, explicación que sostiene que la luz se compone de corpúsculos llamados fotones que al impactarse con algún metal pueden expulsar electrones presentes en la superficie de este.¹²⁶

En el año 1926 Schrödinger formuló la función de onda (Ψ) para describir y predecir el estado físico de los sistemas cuánticos, lo que permite señalar la posición, la velocidad, el spin, etcétera, de partículas fundamentales como los electrones, los fotones u otras.¹²⁷

Es destacable que durante el siglo XX se intensificaron los estudios de las partículas subatómicas. Algunos de esos estudios contribuyeron a distanciar a la física cuántica de la física clásica. Por ejemplo, el tercer postulado de la MC se hizo evidente a través del experimento de la doble rendija. En dicho experimento se dispararon cantidades muy bajas de fotones o electrones a una doble rendija con el fin de determinar si dichas entidades son ondas o corpúsculos. Detrás de estas rendijas se encuentra una fina lámina con la cual se impactan las partículas. Si las partículas eran

¹²⁴ Mario Bunge, *Survey of the interpretations of quantum mechanics*, American Journal of physics, Buenos Aires, 1956, p. 273.

¹²⁵ Bernard Pullman, *The atom in the history of human thought*, p. 261.

¹²⁶ *Ibidem*, p. 262.

¹²⁷ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 43.

ondas, se debería de apreciar un fenómeno de interferencia que implicase que la mayor parte de las partículas se concentraran en el centro de ambas rendijas. En caso de que las partículas fuesen corpúsculos, no se debería apreciar interferencia alguna, pues los corpúsculos deberían de seguir trayectorias lineales. El resultado fue completamente contraintuitivo. El caso es que, si no se colocan instrumentos de medición, la lámina terminará con un mayor número de impactos en el centro, lo que indica un comportamiento ondulatorio. No obstante, si se pone un detector para observar por qué rendija pasan las entidades, se destruirá la interferencia, es decir, las partículas se comportarán de forma corpuscular.¹²⁸

Ahora bien, la dualidad onda-partícula no es el único aspecto de la MC que atenta contra el sentido común, pues más complicado resulta el problema de la medida. Al parecer, las partículas de los sistemas cuánticos se encuentran en todos los estados posibles en los que podrían estar al mismo tiempo;¹²⁹ por ejemplo, un electrón podría encontrarse en un estado de spin-up y spin-down en el mismo momento. A este fenómeno se le llama superposición.¹³⁰ Pero lo más extraño es que si un observador mide el sistema, las partículas aparecerán en una posición en concreto. Además, la función de onda no es capaz de predecir con certeza la posición o la velocidad en la que aparecerán las subpartículas. Solo es posible hacer predicciones probabilísticas. A esta incapacidad para predecir los valores cuánticos de forma determinista se le conoce como principio de indeterminación o incertidumbre de Heisenberg.¹³¹

Este fenómeno ha llevado a los físicos a proponer diversas interpretaciones, tanto realistas como antirrealistas, y a preguntarse qué papel juega la función de onda (Ψ) en todo esto, es decir, ¿la función de onda será una magnitud o propiedad real del sistema o simplemente es un instrumento matemático? Y ¿qué papel tiene el observador y los instrumentos de medición en todo esto?

Para satisfacer estas preguntas, en el año de 1927 se llevó a cabo la quinta conferencia de Solvay en Copenhague, en el que se abrió el debate sobre las interpretaciones de la MC. Algunos de los

¹²⁸ Manuel D. Barriga-Carrasco, *El experimento más bello de la física cuántica*, BBC news mundo, 2021, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59563136#:~:text=El%20experimento%20de%20la%20doble%20rendija%20es%20un%20experimento%20realizado,luz%20estaba%20formada%20por%20part%C3%ADculas>, Consultado 15/III/2024.

¹²⁹ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 45.

¹³⁰ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, pp. 100 – 101.

¹³¹ Max Jammer, *The philosophy of quantum mechanics*, John Wiley & Sons, Hoboken, Nueva Jersey, 1974, pp. 58 – 63.

invitados más célebres fueron Born, Bragg, Brillouin, de Broglie, Compton, Debye, Dirac, Ehrenfest, Fowler, Heisenberg, Kramers, Pauli, Planck, Richardson, Schrodinger y Einstein.¹³²

La interpretación más popular de aquella vez, y que lo sigue siendo hasta la fecha, fue la llamada “interpretación de Copenhague”, cuyos principales exponentes fueron Bohr, Heisenberg y Neuman. Según esta, en el momento en que algún sistema cuántico (SC) sea medido, colapsará la función de onda. De alguna manera, la interacción entre los instrumentos de observación, que se rigen por la física clásica, y los SC afecta a estos últimos. No obstante, el único conocimiento comúnmente aceptado que tiene el observador sobre dichos sistemas es el que involucra a los instrumentos de observación. Por ello, la teoría cuántica debe interpretarse tomando en cuenta dicha relación. Siendo así, los resultados experimentales no arrojan un conocimiento sobre la realidad independiente de los SC, sino del conocimiento del observador sobre los SC.¹³³ De este modo, la interpretación de Copenhague es ontológicamente realista, pues acepta la existencia independiente de las entidades cuánticas, pero es epistemológicamente antirrealista porque niega que el conocimiento de los fenómenos cuánticos sea del todo independiente del sujeto cognoscente.

Ahora bien, a pesar de lo próxima que está esta interpretación del idealismo epistemológico, no es el caso que las propiedades de la MC le sean atribuidas por el sujeto (como sucede con las cualidades secundarias de los objetos cotidianos: color, sabor, textura, etc.). Por ejemplo, según el principio de Neuman:

*[Por] cada estado dinámico de un [SC] existe una probabilidad definida que representa la posibilidad de encontrar al sistema en dicho estado, el denominado valor propio del sistema. Esta correspondencia entre el estado y el valor propio establece un límite entre el estado en que se encuentra un sistema microscópico y el conocimiento que podemos adquirir acerca de ese estado.*¹³⁴

De este principio se desprende que la naturaleza de la MC es intrínsecamente probabilística. No es el caso, como sucede con la FC que, si se tienen todas las variables relevantes, se podrá determinar con exactitud la posición y velocidad de algún determinado objeto. Además, en la FC solo se habla de probabilidades cuando no se tienen todas las variables. Por ejemplo, si se arroja una moneda

¹³² *Ibidem*, p. 109.

¹³³ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 45 – 48.

¹³⁴ Favio Cala Vitery y Édgar Gustavo Eslava Castañeda, *Mecánica cuántica*, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2011, p. 16.

sin tener en cuenta variables tales como posición, velocidad, gravedad, tiempo, etc., se dirá que la probabilidad de que caiga cara o cruz es del 50%. Sin embargo, si se cuenta con dicha información, se podrá predecir con exactitud si caerá cara o cruz. No obstante, en la MC, aun teniendo conocimiento de todas las variables, el comportamiento del sistema será probabilístico y no determinista, pues la probabilidad es una cuestión ontológica y no meramente gnoseológica.

Esta interpretación que niega la posibilidad de un conocimiento realista y determinista en la MC suscitó reacciones en contra por parte de algunos físicos, aunque no la mayoría. Algunos de los más destacados fueron Albert Einstein, Schrödinger y de Broglie.

Durante la quinta conferencia de Solvay, Einstein se opuso a la interpretación de Copenhague, pues sospechaba que la teoría cuántica estaba incompleta y que, además, violaba a la teoría de la relatividad especial.¹³⁵ Pero no fue hasta 1935 que elaboraría un artículo junto con los físicos Podolsky y Rosen para defender su postura. El artículo fue titulado "*Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?*"¹³⁶ Actualmente se le conoce de manera popular como *la paradoja EPR* (aunque no es una paradoja) o *el argumento EPR*.¹³⁷

Según Max Jammer, el argumento se sostiene en dos criterios explícitos y dos supuestos implícitos.

- 1) *The reality criterion. If, without in any way disturbing a system, we can predict with certainty (i.e., with probability equal to unity) the value of a physical quantity, then there exists an element of physical reality corresponding to this physical quantity.*
- 2) *The completeness criterion. A physical theory is complete only if "every element of the physical reality has a counterpart in the physical theory.*
- 3) *The locality assumption. If "at the time of measurement... two systems no longer interact, no real change can take place in the second system in consequence of anything that may be done to the first system.*
- 4) *The validity assumption. The statistical predictions of quantum mechanics—at least to the extent they are relevant to the argument itself—are confirmed by experience.*¹³⁸

Una vez establecidos los criterios, el artículo prosigue con un experimento mental.

Supóngase un sistema cuántico en el que interactúan dos partículas X1 y X2 durante el tiempo $t = 0$ y $t = T$. Después de ese lapso, las partículas se alejan entre sí a tal punto que quedan aisladas, es

¹³⁵ Max Jammer, *The philosophy of quantum mechanics*, 1974, p. 116.

¹³⁶ *Ibidem*, p. 181.

¹³⁷ *Ibidem*, p. 186.

¹³⁸ *Ibidem*, p. 185.

decir, ya no pueden interactuar entre sí (supuesto de localidad). Ahora bien, haciendo uso de la ecuación de Schrödinger debería ser posible calcular el valor del momento o de la posición de cada partícula.¹³⁹ Además, como las partículas están aisladas, la medición de cualquier valor de las partículas, digamos X1, no debería afectar de ninguna manera a la otra, es decir, X2. No obstante, en el instante en que se conoce alguno de los valores de X1, se conoce alguno de los valores de X2. De lo que se sigue que estos valores deben de estar predeterminados, pues ya se había destacado que la medición de X1 no afecta a X2. Sin embargo, la aplicación de la ecuación de Schrödinger en X1 no proporciona la información necesaria para predecir el estado de X2. Por lo tanto, la teoría de la mecánica cuántica está incompleta.¹⁴⁰

Se puede apreciar que este argumento trasluce una posición realista y determinista, pues niega que el observador y los instrumentos de medición tengan un papel en la MC, y también sostiene que los valores están predeterminados y bien definidos, de modo que no se sigue la probabilidad intrínseca que le atribuye la interpretación de Copenhague a la MC.

A pesar de este esfuerzo, la mayor parte de los físicos continuó inclinándose hacia la interpretación de Copenhague e incluso atacaron en repetidas ocasiones al argumento EPR. Algunos otros, como Schrödinger, no se inclinaban por completo hacia ninguna de las anteriores posiciones. Schrödinger pensaba que la MC estaba incompleta, pero de la misma manera en la que lo puede estar la FC o cualquier teoría o modelo científico. Por otro lado, sostenía que el problema de la medida era más de carácter epistémico que ontológico.¹⁴¹ *Después de todo, declara, existe una diferencia entre una fotografía corrida o fuera de foco y una foto clara de nubes y bancos de niebla.*¹⁴²

Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XX la posición de Einstein recibiría su golpe más duro. En 1964 el físico John Bell desarrollaría el Teorema de Bell o también llamado, la desigualdad de Bell. Según Diéguez, este teorema aplicado a la MC *es una desigualdad matemática que limita el nivel de correlación esperable para los resultados de medidas simultáneas efectuadas sobre dos partículas que han estado interactuando.*¹⁴³ Lo relevante es que dicha desigualdad permite

¹³⁹ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, 1998, pp. 59 – 60.

¹⁴⁰ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, 2018, p. 117.

¹⁴¹ Favio Cala Vitery y Édgar Gustavo Eslava Castañeda, *Mecánica cuántica*, pp. 30 – 31.

¹⁴² *Ibidem*, p. 30.

¹⁴³ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 62.

contrastar empíricamente la interpretación de Einstein.¹⁴⁴ Si las interpretaciones locales y de variables ocultas son correctas, entonces debería cumplirse la desigualdad de Bell, pero de no cumplirse, alguna de estas interpretaciones o, ambas, serían refutadas. En lenguaje lógico:

(Variables ocultas \wedge Localidad) \rightarrow Desigualdad de Bell¹⁴⁵

En 1982, el físico Aspect llevó a cabo un experimento similar al descrito en el artículo EPR, pero con la diferencia de que, en lugar de medir la posición y el momento de dos partículas, midió el ángulo de polarización. El resultado fue desfavorable para la interpretación de Einstein, pues la desigualdad de Bell no se cumplió.¹⁴⁶

Por otro lado, el experimento de Bell, si bien no fue una confirmación de la interpretación de Copenhague, sí benefició su credibilidad, pues esta sí había sobrevivido a la prueba experimental. No obstante, ello no implica que toda interpretación realista haya sido descartada. Más bien, de la refutación de la desigualdad de Bell se puede deducir que o las teorías con variables ocultas son falsas, o el supuesto de localidad es falso, o ambos son falsos.¹⁴⁷

Un ejemplo de una interpretación realista de variables ocultas, pero no locales, es la interpretación de Bohm. Para empezar, Bohm se basa en la interpretación propuesta por de Broglie en el quinto congreso de Solvay. Broglie sostenía que la función de onda tiene un papel doble en los sistemas cuánticos. Con la ayuda de una fórmula guía (que de Broglie elaboró), 1) si se conoce la posición inicial de una partícula, se podrá determinar completamente su movimiento, siendo así, Ψ una onda piloto o guía. 2) Si no se conoce la posición inicial, la probabilidad de encontrar la partícula en una posición determinada se puede calcular con Ψ , siendo esta una onda de probabilidad.¹⁴⁸ Además, para el agrado de Einstein, esta es una teoría determinista. La aportación de Bohm a esta interpretación fue el postulado de no localidad. Cabe preguntarse, ¿cómo puede ser posible que dos objetos separados por distancias significativas puedan seguir interactuando? La respuesta, aunque atenta contra el sentido común, no es realmente contradictoria. Pues resulta que algunas partículas cuánticas que han interactuado a distancias próximas en algún momento, sin importar que se alejen significativamente, seguirán conectadas, de modo que forman parte del mismo

¹⁴⁴ *Idem.*

¹⁴⁵ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, p. 117.

¹⁴⁶ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 63.

¹⁴⁷ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, p. 117.

¹⁴⁸ Max Jammer, *The philosophy of quantum mechanics*, p. 110.

sistema cuántico. A este fenómeno se le conoce como entrelazamiento cuántico.¹⁴⁹ Además, Bohm agrega que existe un potencial cuántico que contiene información sobre la totalidad del entorno de un sistema cuántico. Además, este potencial es capaz de transmitir dicha información a las otras partículas del sistema, lo que explica la extraña coordinación entre estas.¹⁵⁰

La última interpretación por destacar es la de los muchos mundos. De acuerdo con esta interpretación, en el momento en que se hace la medición no colapsa la función de onda, sino que se hace una escisión o, mejor dicho, un número de escisiones por cada resultado posible.¹⁵¹ Siendo así, el resultado que se obtiene es el propio de nuestro universo, pero existe un conjunto de universos paralelos que va en incremento, de los que hasta ahora no podemos dar cuenta ni directa ni indirectamente. Aunque esta interpretación es bastante popular entre los cineastas y los amantes de la ciencia ficción, no es la más aceptada por los físicos por ciertas razones. Comenta Gustavo Esteban Romero que esta interpretación va en contra de la navaja de Ockham¹⁵² según la cual no se deben multiplicar los entes sin necesidad. Pues lejos de proporcionar la respuesta más sencilla, multiplica la cantidad de universos por infinito para explicar tentativamente a uno solo.

Hoy en día nadie duda de la importancia de la teoría cuántica, pues no ha existido ninguna empíricamente más precisa en la historia de la ciencia.¹⁵³ Y son varias las interpretaciones que pueden interpretar sus formalismos matemáticos de forma coherente; sin embargo, son interpretaciones tan diversas que no todas pueden estar en lo correcto en todos los sentidos. De hecho, todas tienen ciertas limitaciones, incluso las que no han sido estrictamente descartadas, tal como se vio en la interpretación de los muchos mundos, pero incluso las más populares entre los físicos no están exentas de críticas. Por ejemplo, Gustavo Esteban Romero comenta que el papel de los instrumentos de medición, así como el del observador, no está dentro de la teoría cuántica,¹⁵⁴ de modo que incluirlos en la explicación de los sistemas cuánticos, tal como lo hace la interpretación de Copenhague, además de ser una incoherencia, es un argumento *ad hoc*. También asevera que dicha interpretación es confusa desde un punto de vista ontológico y que está plagada

¹⁴⁹ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, p. 118.

¹⁵⁰ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 65 - 66.

¹⁵¹ *Ibidem*, p. 66.

¹⁵² Magazine de ciencia, *Diálogo sobre la mecánica cuántica*, Magazine de ciencia, <http://www.magazinedeciencia.com.ar/dialogo-sobre-la-mecanica-cuantica>, Consultado 15/III/2024.

¹⁵³ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 65 - 66.

¹⁵⁴ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, p. 114.

de vaguedades semánticas y epistémicas.¹⁵⁵ Por otro lado, Max Jammer apunta que el mismo de Broglie dudó de su interpretación tras no haber podido responder a algunas de las objeciones de Pauli, pues según muchos de los físicos del quinto congreso, algunos de sus argumentos se tornaron *ad hoc*.¹⁵⁶ Ahora bien, las interpretaciones de variables ocultas no locales también se pueden prestar a ciertas críticas. Por ejemplo, a Einstein le inquietaba que, de no asumirse el principio de localidad, se violaría al postulado de la relatividad que dice que ningún cuerpo con masa viaja más rápido que la luz. No obstante, hay varias interpretaciones de variables ocultas no locales que explican el fenómeno sin quebrar dichos postulados.¹⁵⁷

Finalmente, es importante advertir que este texto no pretende abarcar exhaustivamente a todas las interpretaciones existentes ni sus variantes, pues son numerosas y algunas resultan extraordinariamente complejas; por ello, simplemente he destacado las que me han parecido más relevantes en el debate realismo/antirrealismo de la teoría cuántica durante el siglo XX.

Pese a las anteriores dificultades y, parafraseando a Bunge, esta multiplicidad de interpretaciones, siempre y cuando los científicos adquieran conciencia de ella, puede generar un ambiente que contribuya a la formulación de mejores teorías o incluso al mejoramiento de las interpretaciones disponibles.¹⁵⁸ Si alguna de estas interpretaciones resulta vencedora, o incluso surge una interpretación (ya sea realista o antirrealista) o una teoría aún mejor, solo el tiempo lo dirá.

1.3.1.5. El ADN de triple hélice

Entre los años de 1951 y 1953 hubo una célebre competición por descubrir la estructura del ADN. Por un lado, se encontraba el bando de Watson y Crick y, por el otro, se encontraba Linus Pauling, reconocido químico del siglo XX. Habitualmente se cuenta esta historia como una especie de carrera en la que ambos grupos competían por descubrir la verdadera estructura del ADN por vez primera, siendo Watson y Crick los ganadores con su modelo de ADN de doble hélice. Inicialmente, ambos equipos comenzaron con las imágenes de rayos X tomadas por William

¹⁵⁵ *Ibidem*, p. 99.

¹⁵⁶ Max Jammer, *The philosophy of quantum mechanics*, pp. 113 -114

¹⁵⁷ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, p. 118.

¹⁵⁸ Mario Bunge, *Survey of the interpretations of quantum mechanics*, p. 286.

Atsbury en 1947. Estas imágenes eran compatibles con estructuras de dos a cuatro hebras. Pero, posteriormente, Watson y Crick pudieron observar las imágenes de rayos X tomadas por Franklin. Estas, a diferencia de la anterior, eran de alta calidad y mostraban con claridad una probable estructura de doble hélice. Dichas imágenes, por diversas circunstancias, no pudieron ser vistas por Pauling antes de que terminase su propuesta.¹⁵⁹

Ambos equipos desarrollaron varios bocetos hasta que finalmente llegaron a las siguientes estructuras:

1) La estructura de Watson y Crick¹⁶⁰ consiste en un par de cadenas enrolladas entre sí en forma de escalera y cuyo esqueleto se conforma por grupos fosfatos y pentosas, mientras que las bases nitrogenadas se encuentran en el núcleo. Las bases son las encargadas de unir a ambas hebras por medio de lo que se conocería como emparejamiento de Watson y Crick, lo que consiste en que las bases nitrogenadas de una cadena llamadas “adenina” (A) solo se unen con una base de “timina” (T)¹⁶¹ de otra cadena; y las bases de “guanina” (G) solo se enlazan con una base de “citosina” (C) y viceversa. Más adelante se le llamará “purina” a la base que consta de adenina o guanina y, análogamente, se le llamará “pirimidina” a la base que cuenta con timina, citosina o uracilo. De modo que a cada purina corresponde a una pirimidina y viceversa. Además, el colocar a los fosfatos en el exterior del esqueleto explicaba por qué el ADN absorbía tanta agua. Sin mencionar que el hecho de que la estructura sea de doble hélice le da mayor estabilidad dado que con una tercera hebra habría una mayor cantidad de fosfatos con iones negativamente cargados, aumentando así la repulsión electrostática, lo que haría improbable que la estructura fuera lo suficientemente estable para mantenerse unida.

2) El modelo de Pauling¹⁶² constaba de tres hélices enrolladas y, a diferencia del modelo de Watson y Crick, Pauling colocó al fosfato en el centro y a las bases en el exterior del esqueleto. Sin embargo, este modelo era problemático porque tal estructura no podría mantenerse unida por ciertas cuestiones químicas, tales como que *le faltaba espacio para colocar los iones positivos, los*

¹⁵⁹ Garikoits Beobide Pacheco y Pascual Román Polo, *En busca de la estructura del ADN*, Universidad del País Vasco, Bilbao, 2003.

¹⁶⁰ J. D. Watson y F. H. C. Crick, *The structure of DNA*, s/e, Cambridge, 1953.

¹⁶¹ Uracilo (U) en el caso del ARN.

¹⁶² Linus Pauling y Robert B. Corey, *A proposed structure for the nucleic acids*, Gates and Crelling laboratories of chemistry, California, 1952.

cuales eran necesarios para mantener la coercitividad entre los fosfatos negativamente cargados.¹⁶³ Por último, este modelo no coincidía con la evidencia empírica porque al encontrarse los fosfatos en el núcleo y las bases nitrogenadas en el exterior, que son parcialmente hidrofóbicas,¹⁶⁴ no se podría explicar (fácilmente) por qué la molécula absorbía tanta agua. Pauling era consciente de que su modelo no estaba completo; sin embargo, pensaba que contenía lo elemental y, por lo tanto, suponía que la hipótesis era correcta y que las correcciones que tendría que hacer no serían esenciales.¹⁶⁵

Llegado a este punto, es importante aclarar que, en un contexto de contrastación de hipótesis, las hipótesis científicas (H) siempre están acompañadas por un cuerpo de proposiciones adicionales. Estas son: 1) los supuestos auxiliares (SA), es decir, aquellas hipótesis y supuestos que tienen como fin sostener a la hipótesis central, 2) las condiciones iniciales (CI), que describen la situación observacional o experimental en la que se tratará de probar la hipótesis por medio de 3) una predicción (P) que, en caso de ocurrir, sería muy improbable, si la hipótesis fuese falsa.¹⁶⁶

Algunos de los elementos de contrastación de las respectivas hipótesis, son los siguientes:

Elementos de contrastación de hipótesis	Watson y Crick	Linus Pauling
H	Existe la estructura de ADN de doble hélice	Existe la estructura de ADN de triple hélice
SA	Una estructura de doble hélice es más estable. El colocar al grupo fosfato y a las pentosas en el exterior de la estructura y a las bases nitrogenadas en el eje	El grupo fosfato se encuentra en el centro de la estructura y las bases nitrogenadas en el exterior.

¹⁶³ Garikoits Beobide Pacheco y Pascual Román Polo, *En busca de la estructura del ADN*, p. 22.

¹⁶⁴ Dentro del Ph de un organismo.

¹⁶⁵ Garikoits Beobide Pacheco y Pascual Román Polo, *En busca de la estructura del ADN*, p. 22.

¹⁶⁶ José A. Díez y C. Ulises Moulines, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Ariel, Barcelona, 2008, pp. 74 – 76.

	explica por qué el ADN absorbe cierta cantidad de agua.	
CI	Tomar fotos de rayos X de alta calidad de ADN hidratado.	Tomar fotos de rayos X de alta calidad de ADN hidratado.
P	La imagen mostrará una estructura muy improbable, si el ADN no tuviese una estructura de dos hebras.	La imagen mostrará una estructura muy improbable, si el ADN no tuviese una estructura de tres hebras.

Ahora bien, lo que le dio la victoria a la estructura de doble hélice fueron las ya señaladas fotos de rayos X de alta calidad tomadas por Franklin en 1951, ya que mostraban claramente que la biomolécula se compone de dos hélices.

No obstante, cuatro años después los científicos Felsenfeld y Rich lograron crear *in vitro* una molécula de ARN de triple hélice. Pero antes de ahondar en ello, es importante indicar que para este entonces ya se aceptaba que las bases nitrogenadas se encuentran en el núcleo y que los grupos fosfato junto con las pentosas forman el esqueleto.

Recapitulando, Felsenfeld y Rich sostenían que es posible intercalar una doble hebra compuesta de adenina y uracilo (A + U) con una cadena de uracilo (U). Esto lo demuestran a través de un método espectrofotométrico en el que se espera que se dé un efecto hipocrómico en caso de que la estructura sea triple. En simples palabras, dicho método consiste en dirigir un rayo de luz con cierta longitud de onda a una sustancia determinada con el fin de medir el nivel de absorbancia, es decir, la cantidad e intensidad de radiación que recibe. Ahora bien, es importante destacar que se tenía documentado que los niveles de absorbancia en los ácidos nucleicos son mayores cuando los componentes se encuentran de forma individual que cuando están entrelazados. Por ejemplo: $((A \vee U) \wedge \neg (A \wedge U)) > (A \wedge U)$, lo que es lo mismo a decir que: $(A \wedge U) < ((A \vee U) \wedge \neg (A \wedge U))$. En términos sencillos, la sola adenina o el solo uracilo posee mayor absorbancia que la adenina y el uracilo juntos.

Por lo anterior, se supuso que *es proporcional el número de unidades de nucleótidos involucrados en la interacción*,¹⁶⁷ de modo que, en caso de haber una estructura de triple hélice, se esperaba que hubiese una disminución en la absorbancia aún mayor que en una estructura de dos hebras o menos, o dicho más propiamente, se esperaba detectar un efecto hipocrómico y así fue. Tras este hallazgo, Felsenfeld consideró que al ser tan similares este tipo de ácidos nucleicos con los ácidos desoxirribonucleicos es probable que ciertos tipos de cadenas de ARN pudiesen enlazarse *in vivo* con una doble cadena de ADN.¹⁶⁸ Así se dio paso a una serie de investigaciones de posteriores científicos que no solo probaron experimentalmente que es posible dicha unión, sino que también demostraron, tanto *in vitro* como *in vivo*, que existen cadenas de tres y cuatro hélices compuestas únicamente de ADN. Por ahora, nos centraremos únicamente en el ADN de tres hélices también llamado ADN tríplex.

En la década de 1980, el químico Peter B. Dervan y su equipo trataban de desarrollar un método para identificar secuencias específicas de B-DNA y también moléculas que se unieran al ADN. Esto lo hacía por medio del desarrollo de moléculas sintéticas que tendrían como propósito identificar y cortar determinadas secuencias de ADN. Los métodos que utilizó fueron "footprinting" y "affinity cleaving". Dentro de estos métodos se usaron sustancias llamadas EDTA, ADNasa y MPE-FE(II) para marcar y proteger ciertas secuencias de ser escindidas. Por último, se introdujeron las sustancias y moléculas en un gel de electrólisis de alta resolución para luego exponer el gel a un autorradiograma. Después, este produjo imágenes que mostraron un patrón de clivaje. En este caso, dicho patrón indicaba ciertas secuencias del ADN, así como también la orientación y la ubicación de la unión de moléculas sintéticas con el ADN. Gracias a ello descubrieron que durante el proceso se reestructura el ADN y que antibióticos tales como la distamicina y otras poliamidas y oligopéptidos son capaces de adherirse a una parte de una hebra de ADN de doble hélice conformada por A + T.¹⁶⁹ Esto dio lugar a que se enfocaran en los oligonucleótidos. Por ello, a finales de los 80 Dervan y su equipo demostraron experimentalmente que algunos oligonucleótidos sintéticos pueden adherirse a un ADN dúplex (de dos hélices), pero no por medio del emparejamiento canónico de Watson y Crick, sino a través de enlaces de

¹⁶⁷ Gary Felsenfeld y Alexander Rich, *Studies on the formation of two- and three-stranded polyribonucleotides*, Biochimica et biophysica acta, Bethesda, 1957, p. 458.

¹⁶⁸ *Ibidem*.

¹⁶⁹ Peter B. Dervan, "Design of sequence-specific DNA-binding molecules" en *Science*, New York, 1986.

Hoogsteen. Este emparejamiento consiste en que una homopurina se enlazar  en una hebra de homopirimidina de un ADN dúplex, formando así un ADN de triple hélice. Del mismo modo, una homopirimidina se enlazar  en una hebra de homopurina de un ADN dúplex, también formando un ADN de triple hélice. Por ejemplo: *T – A – T*; *C – G – C*, etcétera. La letra cursiva corresponde al oligonucleótido que se une a la cadena principal representada por la letra de enmedio, cadena con la que estarán unidas las dos bases nitrogenadas, ya sea una pirimidina o una purina, según sea el caso.

También es relevante anotar que ciertamente el ADN tríplex tiene una estructura más inestable que el ADN dúplex dado al mayor número de fosfatos negativamente cargados, y que solamente se puede formar en condiciones de pH ácido o neutro dependiendo de las bases por las que se conforme. Sin embargo, los oligodesoxirribonucle tidos que contienen 5-bromouracilo (Br5U) y 5-metilcitosina (m5C) ayudan a estabilizar la estructura e inclusive la metilación aumenta los niveles de acidez, lo que es favorable para la estructura triple.

Para probarlo se sintetizaron seis combinaciones de oligonucleótidos específicos con la ayuda de una variación de la sustancia EDTA que, en compa n a de un ion de hierro (Fe), se adhiere a un extremo del oligonucleótido, facilitando así el clivaje entre este con una cadena de ADN dúplex. Luego se utilizó la técnica de electroforesis en gel de agarosa a un pH ácido o neutro para separar las sustancias de escisión. Finalmente, se cuantificaron por medio de conteo de centelleo de cada banda, apareciendo así varias bandas gruesas. Un grosor significativo en las bandas correspondientes a cada uno de los seis oligonucleótidos injertados en el gel indica la cantidad de moléculas de ADN que logran unirse y mantenerse estables. Esto en parte es así porque algunas de las moléculas de ADN triple al ser más pesadas, a diferencia de otras moléculas más ligeras, no pueden desplazarse demasiado en el gel y por ello se acumulan en grandes cantidades, lo que se aprecia en las bandas de centellones destacablemente gruesas.¹⁷⁰

Compárese ahora algunos elementos de contrastación de hipótesis entre la primera propuesta del ADN de triple hélice con esta última.

¹⁷⁰ Thomas J. Povsic y Peter B. Dervan, *Triple helix formation by oligonucleotides on DNA extended to the physiological pH range*, American chemical society, Pasadena, California, 1989.

Elementos de contrastación de hipótesis	Linus Pauling	Peter B. Dervan
H	Existe la estructura del ADN de triple hélice	Existe la estructura del ADN de triple hélice
SA	El grupo fosfato se encuentra en el centro de la estructura y las bases nitrogenadas en el exterior.	Las bases nitrogenadas se encuentran en el centro y las pentosas y los fosfatos están en el exterior. Una hebra de ADN se puede unir a un ADN de doble hélice por medio del emparejamiento de Hoogsteen. Un pH ácido o neutro es favorable para la formación del ADN de triple hélice, en cambio un pH básico es perjudicial.
CI	Tomar fotos de rayos X de alta calidad de ADN hidratado.	Sintetizar combinaciones de oligonucleótidos con una variación de la sustancia EDTA, luego separar las sustancias por medio de electroforesis con gel de agarosa. Por último, cuantificar la muestra por medio de conteo de centellones.
P	La imagen mostrará una estructura muy improbable, si el ADN no tuviese una estructura de tres hebras	Aparecerá un grosor significativo en las bandas

Este ejemplo sobre la historia del descubrimiento del ADN tríplex es relevante para el debate realismo-antirrealismo, puesto que muestra que es posible que una hipótesis que ha sido refutada en el pasado sea posteriormente confirmada por medio de cambios legítimos en los elementos de contrastación tales como los supuestos auxiliares y las condiciones iniciales. Esto trae consigo fuertes cuestionamientos sobre la capacidad que tiene la ciencia de determinar cuándo una hipótesis es verdadera o falsa.

En este caso histórico fue necesario el desarrollo de técnicas complejas que no existían en la época de Pauling para poder obtener evidencia sobre el ADN tríplice, así como también fue necesario renunciar a ciertos supuestos auxiliares errados, tales como colocar a los grupos fosfatos en el interior de la estructura y, a su vez, incorporar conceptos y explicaciones biológicas y químicas que pudiesen justificar cómo es posible que se dé el fenómeno del ADN de triple hélice a pesar de las dificultades conocidas.

Visto esto, no se puede afirmar que las hipótesis de la ciencia, consideradas individualmente, se puedan verificar o refutar indefinidamente porque nunca se puede estar seguro si se dará un cambio en los elementos de contrastación que termine confirmando o refutando una hipótesis que había sido falsada o verificada en el pasado.

No obstante, siempre y cuando no se considere a la hipótesis por separado, lo que se puede deducir de esta compleja red de contrastación es que una hipótesis que ha sido falsada, siempre será falsa dentro del conjunto de proposiciones en el que fue falsada. De modo que las hipótesis deben de ser evaluadas en conjunto con sus respectivos elementos de contrastación.

De este modo, una hipótesis falsada no cuenta con las razones suficientes para justificarse, por lo que se tendrá que abandonar a la conjunción entre la hipótesis y los elementos de contrastación con los que se ha apoyado, tal como ocurre en el caso de la triple hélice de Pauling, ya que sus supuestos auxiliares y sus métodos para probar la hipótesis fueron insuficientes o errados, de manera que su propuesta fue con toda razón refutada y esto seguirá siendo así siempre.

Ahora bien, lo anterior no implica, como quedó claro en este caso, que la hipótesis y el resto de los elementos de contrastación de la propuesta de Pauling deban descartarse, sino que lo que se descarta es la conjunción entre la hipótesis con los elementos de contrastación. Siendo así, cabe la posibilidad de que la hipótesis pueda acomodarse en otro cuerpo de proposiciones que se ajuste mejor a la evidencia. Aquí es donde el antirrealista podría señalar que esto es un problema para el realismo, puesto que es posible que no se pueda determinar cuáles son las teorías verdaderas o, las entidades reales con las que hay que mantener el compromiso realista.

Sin embargo, pese a que lo anterior implica una dificultad para el realista, no se trata de un callejón sin salida. Después de todo, casos históricos como este no solo proporcionan pistas para identificar cuándo se refuta una hipótesis, sino también cuándo se confirman.

Tanto para la refutación como para la confirmación de una hipótesis (H) se requiere que H esté acompañada por el conjunto de elementos de contrastación mencionados con anterioridad: SA, CI y P. No obstante, la forma que toman los argumentos de refutación de hipótesis difiere de la que toman los argumentos de confirmación.

Refutación de la hipótesis ¹⁷¹	Confirmación de la hipótesis ¹⁷²
$\begin{array}{c} (H \wedge SA \wedge CI) \rightarrow P \\ \neg P \\ SA \wedge CI \\ \hline \neg H \end{array}$	$\begin{array}{c} (\neg H \wedge SA \wedge CI) \rightarrow \neg P \\ P \\ SA \wedge CI \\ \hline H \end{array}$

En el cuadro de arriba se representan dos tipos de argumentos contrastadores: el primero es un argumento de refutación de hipótesis, mientras que el segundo es un argumento de confirmación de hipótesis. La diferencia más destacable entre el argumento de refutación respecto al argumento de confirmación es que el primero, a diferencia del segundo, es completamente deductivo, pues la lógica permite hacer refutaciones universales con tan solo un caso en que no se cumpla la predicción de una hipótesis. Por ello, en este argumento, la primera premisa afirma como antecedente que, si es verdad la conjunción de la hipótesis con los supuestos auxiliares y con la condición inicial, entonces, la predicción, que es el consecuente, será verdadera. No obstante, en la segunda premisa se asevera que no se cumplió la predicción. Acto seguido, se afirma en la tercera premisa que se cumplieron tanto los supuestos auxiliares como las condiciones iniciales. Por lo tanto, la conclusión implica la falsedad de la hipótesis.¹⁷³

Es importante destacar que, si no se afirmara la verdad de SA∧CI en la tercera premisa, entonces la conclusión sería la negación de la conjunción de la hipótesis, los supuestos auxiliares y las condiciones iniciales, tal como se muestra a continuación:¹⁷⁴

¹⁷¹ José A. Díez y C. Ulises Moulines, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, p. 84.

¹⁷² *Ibidem*, p. 87.

¹⁷³ *Ibidem*, p. 84.

¹⁷⁴ *Ibidem*, p. 83.

$$\begin{array}{c}
 (H \wedge SA \wedge CI) \rightarrow P \\
 \neg P \\
 \hline
 \neg (H \wedge SA \wedge CI)
 \end{array}$$

Ahora toca analizar el argumento de confirmación. Lo primero que llama la atención es que la primera premisa del argumento sostiene la negación de la hipótesis (H) como parte del antecedente y también afirma la negación del consecuente; la predicción (P). Esto se debe a que si el argumento tuviese la forma:

$$\begin{array}{c}
 (H \wedge SA \wedge CI) \rightarrow P \\
 P \\
 SA \wedge CI \\
 \hline
 H
 \end{array}$$

Entonces, caería en una falacia de afirmación del consecuente, puesto a que la conclusión ya estaría incluida en la primera premisa.¹⁷⁵

Lo segundo a destacar es que el argumento de confirmación es inductivo, dado que su primera premisa es probable. Por ello, la manera correcta en la que se debe entender la primera premisa es que, si la hipótesis no es verdadera, y los supuestos auxiliares y la condición inicial se cumplen, entonces muy probablemente la predicción no se cumplirá. Por otro lado, también es necesario colocar en la tercera premisa a $SA \wedge CI$ porque si no lo hiciésemos así, la conclusión sería: $\neg(\neg H \wedge SA \wedge CI)$ dado que se trata de una conjunción.¹⁷⁶

¹⁷⁵ *Ibidem*, pp. 86 – 87.

¹⁷⁶ *Ibidem*, p. 87 – 88.

Así mismo, siendo el caso que los argumentos de confirmación de hipótesis son inductivos y, por lo tanto, sus conclusiones son probables, pero no necesariamente verdaderas, entonces no se puede, ni se debe exigir al realista un compromiso total y definitivo con la verdad de ninguna teoría, ni con la existencia de ninguna entidad teórica en particular. Pero no por ello, la hipótesis o teoría en cuestión deja de ser probablemente verdadera. Siendo así, el compromiso realista es parcial y condicionado. Por ende, el realismo no pretende ser una explicación definitiva, ni tampoco la única explicación plausible, sino que simplemente se limita a afirmar que entre todas las explicaciones posibles el realismo es la más probable. Al fin y al cabo, en el momento en que por medio de la práctica experimental se puede manipular a una entidad teórica de manera precisa y evidente o, se cumple una predicción sumamente improbable en caso de que la hipótesis fuese falsa, sería difícil negar que el conocimiento que se tiene sobre tal entidad es aproximadamente verdadero, y más difícil aún sería negar la existencia de dicha entidad. En esa misma línea, sería difícil que hoy en día un biólogo molecular no creyese en la existencia del ADN de tres hélices, y que pensara que toda la evidencia a su favor no sea otra cosa más que mera adecuación empírica.

2. La discusión actual: principales posiciones y argumentos antirrealistas

2.1. La inconmensurabilidad de paradigmas y teorías

2.1.1. La teoría de las revoluciones científicas de Thomas Kuhn

El tema de la inconmensurabilidad de paradigmas fue una de las consecuencias de las investigaciones efectuadas por el físico e historiador de la ciencia Thomas Kuhn sobre el progreso científico, investigación que fue expuesta en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*.¹⁷⁷

Según Kuhn, la evolución o, mejor dicho, el progreso de la ciencia no se sigue únicamente de criterios racionales simples como la verificación o la falsación como parecían sugerirlo las narrativas positivista y popperiana. Tanto el desarrollo de la ciencia normal como el de la ciencia revolucionaria dependen en muy importante medida de factores sociales y del consenso que la mayoría de los miembros de la comunidad científica tenga acerca de un conjunto de valores, conceptos y herramientas que conforman su cosmovisión de la ciencia.¹⁷⁸

Para comprender mejor el desarrollo histórico de las ciencias, Kuhn desplazó el foco de análisis desde las teorías hasta los marcos de supuestos y compromisos en que surgen las teorías al interior de comunidades de investigación, esto es, incorporó el concepto de paradigma.

Entre los varios sentidos en que Kuhn utilizó el concepto de paradigma, probablemente el que cuajó mejor en el debate sobre el cambio científico fue el sentido sociológico de matriz disciplinar. Una matriz disciplinar o paradigma *está constituido por los supuestos teóricos generales, las leyes y las técnicas para su aplicación, que adoptan los miembros de una determinada comunidad científica*.¹⁷⁹ Además, esta definición puede complementarse con la siguiente clarificación de Kuhn. *Al aplicar al término 'inconmensurabilidad' a las teorías pretendía únicamente insistir en*

¹⁷⁷ Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 2004.

¹⁷⁸ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, p. 173.

¹⁷⁹ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 128.

*que no existe ningún lenguaje común en el que se pueda expresar completamente a ambas y al que se pudiera, por tanto, recurrir en una comparación punto por punto entre ellas.*¹⁸⁰

Esto nos deja, para empezar, con las siguientes preguntas. 1) ¿qué tiene que ver el paradigma con la evolución o progreso de la ciencia?, 2) ¿por qué los científicos aceptan un paradigma en lugar de otro? Y, 3) ¿de qué manera afecta al realismo el problema de la inconmensurabilidad entre los paradigmas?

Para contestar estas preguntas Kuhn propone la siguiente estructura sobre el progreso de la ciencia.

*preciencia - ciencia normal - crisis - revolución - nueva ciencia normal - nueva crisis*¹⁸¹

La preciencia es básicamente una ciencia inmadura que carece de paradigma dominante. En consecuencia, los teóricos no son capaces de llegar a acuerdos, ni siquiera en lo que respecta a lo fundamental de una teoría. Siendo así, no es posible profundizar de manera colectiva en el campo que se pretende investigar.¹⁸²

En cambio, la ciencia normal es una ciencia madura que cuenta con un paradigma generalmente aceptado. Según Kuhn, ciencia normal *significa la investigación basada firmemente en uno o más logros científicos pasados, logros que una comunidad científica particular reconoce durante algún tiempo como el fundamento de su práctica ulterior.*¹⁸³

Por ello, los miembros de la comunidad científica se preocupan por resolver problemas con una confianza tal que, si se llegaran a topar con un problema que de buenas a primeras se resistiera a ser resuelto, se considerará que probablemente el problema era del científico y no del paradigma.¹⁸⁴ Ahora bien, si se llegaran a topar con un problema que se considere insuperable para el paradigma, Kuhn propone llamarlo anomalía.¹⁸⁵ Según Kuhn, es común que todos los paradigmas lleguen a presentar anomalías en algún momento. En primera instancia, esto no implica un problema fundamental para el paradigma; no obstante, si aumenta considerablemente el número de

¹⁸⁰ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 134.

¹⁸¹ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 128.

¹⁸² Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, pp. 172 – 173.

¹⁸³ Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, 2004, p. 37.

¹⁸⁴ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, p. 178.

¹⁸⁵ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 131.

anomalías, es decir, el número de problemas que no se pueden explicar, el paradigma perderá credibilidad entre los miembros de la comunidad científica y entrará en crisis. Aun así, la crisis de un paradigma no basta para su abandono, pues se requiere, además, un nuevo paradigma rival que sea capaz de resolver o incluso de evitar los problemas que el antiguo tiene por anomalías. Si el nuevo paradigma tiene éxito en persuadir a la mayor parte de la comunidad científica, se habrá llevado a cabo una revolución científica.¹⁸⁶ Posteriormente, esta revolución traerá consigo una nueva ciencia normal y, tras un tiempo, una nueva crisis. Repitiéndose, así, el ciclo de las revoluciones científicas.

Esto explica cómo evoluciona la ciencia, aunque no es del todo claro si esto explica el progreso en la ciencia. Para ahondar en ello es conveniente responder la segunda pregunta, es decir, la pregunta sobre por qué los científicos escogen un paradigma en lugar de otro. De acuerdo con Chalmers, es posible considerar que, para Kuhn, la elección de un paradigma para un científico es más parecido a una conversión religiosa que al resultado de una reflexión racional.¹⁸⁷ Esto se debe a que, si Kuhn tiene razón, los paradigmas son inconmensurables, lo que quiere decir que las teorías, las leyes, los métodos, los conceptos, las entidades que suponen, etcétera, son completamente distintos. De modo que cada paradigma parecería dirigirse a un mundo distinto. Hay algunos casos que pueden apoyar la anterior afirmación.

*El nuevo paradigma de Lavoisier implicaba que no había nada semejante al flogisto, pero que sí existe un gas, el oxígeno, que desempeña un papel completamente distinto en la combustión. La teoría electromagnética de Maxwell comprendía un éter que ocupaba todo el espacio, mientras que la reformulación radical que de ella hizo Einstein eliminaba el éter.*¹⁸⁸

Los paradigmas rivales considerarán que son lícitos o significativos tipos diversos de cuestiones. Las cuestiones relativas al peso del flogisto eran importantes para los teóricos del flogisto e inútiles para Lavoisier. [...] El problema de la velocidad de la Tierra con respecto al éter, que tenía un profundo significado para los físicos anteriores a Einstein, fue

¹⁸⁶ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, pp. 178 -180.

¹⁸⁷ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 136.

¹⁸⁸ *Ibidem*, p. 135.

*disipado por éste. Del mismo modo que plantean distintos tipos de cuestiones, los paradigmas conllevan normas diferentes e incompatibles.*¹⁸⁹

Es importante señalar que como no hay un lenguaje común, ni tampoco un criterio compartido por ambos paradigmas por el que se puedan comparar objetivamente, no se puede decidir de manera neutral y definitiva cuál es mejor. No hay paradigmas superiores ni inferiores. Solo se podrá decir que un paradigma es superior a otro partiendo del criterio de un paradigma en concreto, criterio que no es aceptado por el paradigma contrario. Entonces, ¿por qué existe esa idea de superación y progreso continuo en la ciencia?

Bueno, no es sorpresa para nadie que la historia la escriben los vencedores. En este caso, el bando del paradigma vencedor es quien escribe la historia. *Este bando dirá que ellos tenían la razón y que sus oponentes estaban equivocados. Para ellos, naturalmente, la revolución ha significado un progreso y, una vez con el dominio de las instituciones educativas, contarán esa historia a los miembros jóvenes de la comunidad científica, que a su vez la transmitirán a sus sucesores hasta que se produzca una nueva revolución.*¹⁹⁰

Es importante destacar que el cambio de un paradigma a otro a veces podría corresponder a un cambio generacional entre los miembros de la comunidad científica. De este modo, el viejo paradigma muere con los científicos viejos y el nuevo paradigma nace con las ideas de los científicos jóvenes.

De lo anteriormente explicado se desprende que la propuesta de Kuhn es una amenaza para el principio de accesibilidad y para la idea de progreso en la ciencia. Según Miller, el principio o compromiso de accesibilidad es un compromiso del realismo genérico que consiste, como su nombre lo indica, en que los seres humanos son capaces de “acceder” inteligiblemente a la realidad, esto es, de tener un conocimiento de la realidad, aunque sea, parcialmente objetivo, es decir, independiente de la mente y de los esquemas conceptuales.¹⁹¹ Ahora bien, se podría considerar al realismo epistemológico como una aplicación del compromiso de accesibilidad en el

¹⁸⁹ *Ibidem*, pp. 135 -136.

¹⁹⁰ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 142.

¹⁹¹ James T.M. Miller, *Metaphysical realism and anti-realism*, pp. 14 – 15.

ámbito del realismo científico pues, según Diéguez, el realismo epistemológico es la tesis que sostiene que *las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado (aunque perfectible) de la realidad tal como esta es con independencia de nuestros procesos cognitivos.*¹⁹²

Una de las razones por la que la propuesta de Kuhn es una amenaza contra el realismo, específicamente contra el epistemológico, es que una concepción de inconmensurabilidad fuerte encierra a la ciencia en un relativismo social (pues es un fenómeno social el que los miembros de la comunidad científica opten por un paradigma) en el que no se puede afirmar objetivamente que el conocimiento de la ciencia avanza, y peor aún, dado que no se reconoce si el paradigma actual, o los pasados, o los venideros cumplen con algún criterio objetivo para representar a los objetos de la realidad (entidades, propiedades, estructuras, leyes, etc.), entonces se niega el principio de accesibilidad porque la ciencia queda atrapada en un perpetuo escepticismo historicista. Por ello, no faltó en el pasado quien acusara a Kuhn de relativista.¹⁹³ En respuesta, él escribió en la segunda edición de *La estructura de las revoluciones científicas que las teorías científicas posteriores son mejores que las anteriores para resolver enigmas en los entornos, a menudo muy diferentes, en los que se aplican. Esta no es la postura de un relativista, y muestra en qué sentido creo firmemente en el progreso humano.*¹⁹⁴

Sin embargo, es dudoso si esta afirmación es coherente con su obra o si resuelve el problema del relativismo porque, tomando en cuenta las afirmaciones de su teoría, un paradigma posterior sólo es considerado como mejor que el anterior por la comunidad científica al que pertenece.¹⁹⁵ Además, solo los miembros del nuevo paradigma considerarán que se han resuelto los enigmas. Por ello, si se acepta la inconmensurabilidad total entre los paradigmas, no se podrá establecer que uno sea superior a otro, dado que son incomparables. Esto implica que en la ciencia no puede haber

¹⁹² Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 79.

¹⁹³ *Ibidem*, p. 140.

¹⁹⁴ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 127.

¹⁹⁵ Alguien podría objetar que es verdad que para Kuhn el consenso es una condición necesaria, pero no está claro que sea suficiente, pues el nuevo paradigma resuelve no sólo el problema de las anomalías, sino que recupera, y debe recuperar, las soluciones del paradigma anterior, pues sólo así resuelve realmente mejor el rompecabezas global. Sin embargo, se podría responder que, incluso si los miembros de una comunidad científica consideraran factores racionales para determinar la superioridad de su paradigma, esto sería insuficiente para reconocer una superioridad general, dado que, por motivos de la inconmensurabilidad fuerte los miembros del paradigma rival no reconocerían la validez de los factores racionales rivales, puesto que no son compartidos entre ambos paradigmas. Siendo así, la justificación racional que se otorga un paradigma es interna, pero no común a otros paradigmas.

un acercamiento progresivo a la verdad.¹⁹⁶ Por lo tanto, las declaraciones de Kuhn, si es que él se suscribe a una inconmensurabilidad total, no coinciden con las consecuencias de su pensamiento, o al menos no, si se entiende por progreso un acercamiento a la verdad. Con lo que quedan así cuestionados el realismo epistemológico y el realismo progresivo pues, según Diéguez, este último realismo se entiende como un acercamiento progresivo a la verdad, de modo que, las nuevas teorías deben de tener un grado de verdad mayor que las anteriores.¹⁹⁷

Por otro lado, si es el caso que Kuhn se suscribe a una lectura más moderada, es decir, aquella que sostiene que la inconmensurabilidad de las teorías de distintos paradigmas es parcial,¹⁹⁸ entonces existirían algunos términos con significados comunes entre ambos paradigmas. Siendo así, se podría rescatar la posibilidad de aceptar un criterio común con el que se pudiera juzgar la validez que tiene una teoría o una metodología para referir al mundo. Salvando así al principio de accesibilidad, al realismo epistemológico y al realismo progresivo.

2.1.2. El anarquismo epistemológico de Feyerabend

Feyerabend fue un físico y filósofo de la ciencia conocido por su oposición a una epistemología de la ciencia racionalista,¹⁹⁹ es decir, a la posición que sostiene que la ciencia cuenta con un método o estructura racional definida con el que obtiene conocimiento universal. En cambio, defendió en su obra más celebre, *Tratado contra el método*,²⁰⁰ un antirrealismo epistemológico y semántico²⁰¹ en el que conceptos tales como Razón, Verdad y Justicia con mayúscula serían tenidos como instrumentos de una ideología de la ciencia dominante y represiva y que, por lo tanto, debía ser remplazada por un pluralismo metodológico (y cultural). Por ello, se debe partir de un anarquismo epistemológico cuya única regla es que todo vale. Esto es debido a que en la ciencia no existe el llamado método científico, ni tampoco es el caso que la ciencia cuente con el único método fiable

¹⁹⁶ Después de todo, la verdad a la que se suscribe el realismo es objetiva. Por ello, si la inconmensurabilidad fuerte fuera correcta, no se podría afirmar que un paradigma es objetivamente más verdadero que otro. Por lo tanto, tampoco se podría afirmar un acercamiento progresivo a la verdad.

¹⁹⁷ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 79.

¹⁹⁸ *Ibidem*, p. 136.

¹⁹⁹ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, pp. 190 – 191.

²⁰⁰ Paul Feyerabend, *Tratado contra el método*, Tecnos, Madrid, 1986.

²⁰¹ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 143.

para adquirir conocimiento.²⁰² De hecho, según Feyerabend, si la ciencia solo se hubiese contentado con alguno de los métodos de los que se han apoyado los científicos a lo largo de la historia, esta se habría estancado, pues es precisamente la incorporación de múltiples y novedosas visiones y metodologías lo que ha hecho posible su desarrollo.²⁰³

Ahora bien, que todo vale no significa que se puede aplicar cualquier metodología, sino que en un contexto histórico y cultural se pueden utilizar métodos antagónicos para la epistemología de la época, pero que resultan ser útiles.²⁰⁴ Aunque también cabe señalar que esta utilidad no siempre es inmediatamente reconocida, pues hay ocasiones en las que el éxito de una propuesta novedosa no trasluce hasta después de muchos tropiezos, tropiezos que se van superando gracias a la persistencia de los científicos innovadores, como, por ejemplo, el caso del modelo copernicano en la física. Siendo así, Feyerabend coincide con Kuhn en la idea de que la ciencia se transforma a base de revoluciones científicas.²⁰⁵ De este modo, no es el caso que la propuesta ganadora sea intrínsecamente superior o inferior a su predecesora, puesto que no hay una epistemología universal.

Por ello, Feyerabend, al igual que Kuhn, incorporó el concepto de inconmensurabilidad, pero a diferencia del segundo, Feyerabend *hacía de él un uso más restringido (lo aplicaba solo al lenguaje, y no a los problemas, métodos y normas, como hacia Kuhn), a la vez que más radical (afectaba a todos los términos primitivos de las teorías rivales, y no solo a unos pocos).*²⁰⁶

El concepto de inconmensurabilidad de Feyerabend solo es aplicable al lenguaje, pues *las teorías rivales serían inconmensurables porque no se pueden establecer relaciones deductivas entre ellas debido a que el cambio de teoría produce un cambio en el modo de interpretar el lenguaje teórico y el observacional.*²⁰⁷ Esto implica un ataque al realismo epistemológico, pues como las consecuencias de los términos de dos teorías científicas rivales no pueden deducirse lógicamente de una teoría a otra,²⁰⁸ entonces, la elección del científico de una teoría no depende de criterios

²⁰² Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, pp. 192 – 193.

²⁰³ *Ibidem*, pp. 193 – 194.

²⁰⁴ *Ibidem*, p. 193.

²⁰⁵ *Ibidem*, p. 199.

²⁰⁶ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 129.

²⁰⁷ *Ibidem*, p. 137.

²⁰⁸ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 191.

estrictamente objetivos, sino que es, en gran parte, una decisión subjetiva que depende del contexto social, de las preferencias personales y de los prejuicios del científico.²⁰⁹

Por lo anterior, para Feyerabend, el imponer a la ciencia como la única fuente válida de conocimiento es opresivo e ideológico; por tanto, atenta contra la libertad del individuo. Incluso Feyerabend va más lejos afirmando que la magia y el vudú tienen el mismo derecho que la ciencia de ocupar un lugar importante en la formación educativa de los miembros de la sociedad, siempre y cuando los individuos estén interesados en su estudio,²¹⁰ pues gracias a la inconmensurabilidad no se puede elaborar ningún argumento definitivo sobre la superioridad de la ciencia respecto a otras áreas del “saber”.²¹¹ Respecto a esto último, Antonio Diéguez nos advierte que Feyerabend no siempre habla en serio, de modo que no siempre es claro cuándo hay que tomarlo literalmente y cuando en broma.²¹² Sin embargo, al igual que con Kuhn, es claro que su pensamiento atenta en contra del realismo epistemológico y progresivo, puesto que, en primer lugar, no puede haber un conocimiento objetivo y universal, y en segundo lugar, las revoluciones científicas no implican un progreso, entendiendo por progreso a un acercamiento progresivo a la verdad.

2.2. La infradeterminación de las teorías científicas por la evidencia

Existen varias formulaciones de la tesis de la infradeterminación de las teorías científicas que varían en su fuerza y en sus matices. Sin embargo, según la *Stanford Encyclopedia of Philosophy* [SEP],²¹³ sin importar la variante, el problema central de la infradeterminación radica en que la evidencia disponible en un momento dado puede ser insuficiente para sostener una teoría en particular. Por otro lado, Diéguez define dicha tesis, de manera más completa, como la idea de que *nunca hay razones para determinar que una determinada teoría es verdadera, ya que por mucho que la evidencia empírica encaje con ella, siempre cabe construir otra teoría incompatible con la*

²⁰⁹ *Ibidem*, pp. 192 – 193.

²¹⁰ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, p. 191.

²¹¹ Alan Chalmers. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, p. 196.

²¹² Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, p. 191.

²¹³ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Underdetermination of scientific theory*, 2023, <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-underdetermination/>, Consultado el 17/V/2024.

*teoría en cuestión, pero igualmente coincidente con la evidencia empírica.*²¹⁴ A esta coincidencia empírica entre dos teorías se le llama equivalencia empírica. Algunos casos de teorías empíricamente equivalentes, pero ontológicamente incompatibles son a) el atomismo de Dalton y el energitismo antes de que Einstein unificara los conceptos de materia y energía, y b) la teoría corpuscular de la luz de Newton y la teoría electromagnética de Maxwell antes de la mecánica cuántica.

Una de las variantes más famosas de infradeterminación es la tesis Duhem-Quine. Todo comenzó a principios del siglo XX cuando Duhem publicó *The Aim and Structure of Physical Theory*. Allí analizó varios problemas de infradeterminación en las teorías físicas y concluyó que esto presenta un gran reto para la confirmación de teorías en física. Más adelante, a mediados del siglo XX, Quine afirmó que el problema de la infradeterminación no se limita únicamente ni a las teorías físicas ni a las teorías científicas, sino que se extiende a cualquier teoría de cualquier área de conocimiento.²¹⁵

Para llegar a esa conclusión, Quine elaboró un análisis sobre el empirismo en el que concluyó que ni los conceptos ni los enunciados por sí solos pueden ser confirmados o invalidados, dado que no cuentan con un componente factual de verdad. Los enunciados solo tienen sentido dentro de un cuerpo de enunciados que, en su conjunto, se encuentran sometidos a la experiencia sensible.²¹⁶

Quine describe a este cuerpo de enunciados como una especie de campo o red en el que *la unidad de significación empírica es el todo de la ciencia.*²¹⁷ Sin embargo, también añade que *ninguna experiencia concreta y particular está ligada directamente con un enunciado concreto y particular en el interior del campo, sino que esas ligazones son indirectas, se establecen a través de consideraciones de equilibrio que afectan al campo como un todo.*²¹⁸ Por ello, en caso de que aparezca alguna evidencia aparentemente negativa con respecto a algún enunciado, en este caso, de alguna teoría científica, basta con reajustar el sistema de enunciados para evitar su invalidación.

²¹⁴ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, pp. 268 – 269.

²¹⁵ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Underdetermination of scientific theory*, 2023.

²¹⁶ Willard Van Orman Quine, *Desde un punto de vista lógico*, Paidós, Barcelona, 2002, pp. 85 – 86.

²¹⁷ *Ibidem*, p. 86.

²¹⁸ *Ibidem*, p. 87.

Ahora bien, la SEP señala que existen dos tipos de infradeterminación, la primera es la forma holística y la segunda es la forma contrastiva.

La forma holística consiste en que una hipótesis solo tiene sentido empírico cuando está ligada a un conjunto de hipótesis, creencias o supuestos auxiliares. Por ello, en caso de que una hipótesis particular parezca fallar en una predicción o se tope con alguna evidencia empírica desfavorable, no necesariamente será refutada, pues siempre cabe la posibilidad de culpar y desechar a alguna hipótesis auxiliar para explicar el aparente fracaso de la hipótesis que se desea probar.²¹⁹ Por ejemplo, a mediados del siglo pasado, Einstein junto con otros físicos elaboró una interpretación realista y local de la mecánica cuántica (MC). Además, sostenía que la MC era una teoría incompleta y con variables ocultas, de modo que, en caso de conseguir dichas variables, se podría explicar la MC de manera determinista. Sin embargo, en 1982 Aspect demostró empíricamente que la interpretación de Einstein de la mecánica cuántica no cumple con la desigualdad de Bell. Este incumplimiento implica una evidencia desfavorable para dicha interpretación. Sin embargo, ello no implicó una refutación total, pues al físico Bohm le bastó rechazar la hipótesis de localidad para rescatar la interpretación realista de variables ocultas.²²⁰

La infradeterminación contrastiva, en cambio, implica la posibilidad de que un conjunto de evidencia que favorece a una teoría, también pudiera ser capaz de favorecer a otra teoría ontológicamente distinta y, por tanto, incompatible con la primera.²²¹

Para ahondar en este tipo de infradeterminación es útil fijarse en Diéguez. Aun a pesar de que él no hace uso de la distinción hecha por la SEP, es claro que su análisis se refiere a la forma contrastiva. De acuerdo con él, la infradeterminación se basa en dos premisas.

(I) Para cualquier teoría T existe al menos otra teoría T' que es empíricamente equivalente a T.
(II) Si dos teorías son empíricamente equivalentes, entonces son también epistémicamente equivalentes (es decir, la evidencia las confirma o apoya en la misma medida).²²²

Algunos ejemplos de la premisa I son a) el mundo es una simulación y el mundo es real, b) la teoría creacionista que dice que Dios creó al mundo hace 7,500 años, pero con apariencia de ser

²¹⁹ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Underdetermination of scientific theory*, 2023.

²²⁰ Ver *supra*, pp. 44 - 46.

²²¹ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Underdetermination of scientific theory*, 2023.

²²² Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, p. 270.

mucho más antiguo de lo que es, y la explicación científica que sostiene que la Tierra tiene 4,600 millones de años, y c) el modelo copernicano y el modelo de Tycho Brahe antes de Kepler y Galileo.

Ahora bien, existe una interpretación débil y una fuerte. La primera sostiene que en un momento dado dos teorías pueden encajar con la evidencia empírica disponible. No obstante, de ello no se sigue un problema irresoluble para el realismo, dado que es posible que la evidencia empírica cambie y se incline a favor de una de las teorías en el futuro. De hecho, así ha sucedido con la mayoría de las teorías empíricamente equivalentes que suelen citarse.²²³ Por ejemplo, esto ocurrió con la teoría heliocéntrica de Copérnico respecto a la teoría geocéntrica de Ptolomeo cuando Galileo y Kepler le dieron más sustento al modelo copernicano.

La interpretación fuerte, en cambio, afirma que la equivalencia empírica es total, es decir, que toda la evidencia empírica posible apoya a ambas teorías en igual medida.²²⁴ Por lo tanto, la evidencia favorable no es una condición suficiente para que una teoría sea verdadera.

Respecto a la premisa II, esta tiene validez si se considera que la equivalencia empírica es una condición suficiente de equivalencia epistémica. Ello implica negar que criterios supraempíricos tales como la simplicidad, el carácter no *ad-hoc*, y la coherencia de una teoría con otras teorías aceptadas, etcétera, puede aumentar el valor explicativo de una teoría.²²⁵

2.3. La meta-inducción pesimista de Laudan

En el año de 1981 el filósofo Larry Laudan publicó un artículo titulado “A confutation of convergent realism”.²²⁶ Allí elaboró un argumento conocido como la meta-inducción pesimista o simplemente la inducción pesimista. Según la *Stanford Encyclopedia of Philosophy* [SEP]²²⁷ la inducción pesimista es un argumento empírico y no conceptual, pues pretende sostenerse en

²²³ *Ibidem*, p. 271.

²²⁴ *Idem*.

²²⁵ *Ibidem*, p. 273.

²²⁶ Larry Laudan, *A confutation of convergent realism*, The philosophy of science association, Chicago, 1981.

²²⁷ Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Scientific realism*, 2017.

premisas empíricas; estas aseveran que la historia de la ciencia proporciona una serie de casos de teorías empíricamente exitosas que posteriormente se han considerado falsas, por lo que luego se les ha sustituido por nuevas teorías. Ahora bien, tomando en cuenta lo anterior y haciendo uso de la inducción enumerativa, es decir, generalizando los casos del pasado, se espera que lo mismo ocurra con las teorías actuales en el futuro. Por lo tanto, no se puede afirmar que ninguna de las teorías o términos teóricos que se desprendan de ellas sean verdaderas ni aproximadamente verdaderas, puesto que podrían carecer de referentes.²²⁸

Por otro lado, haciendo una lectura más minuciosa del artículo, Laudan considera la posibilidad de que algunos de los términos centrales de algunas teorías exitosas podrían referir de manera genuina.²²⁹ Sin embargo, luego afirma que, si las pruebas sólo demuestran parte de una teoría, entonces incluso las teorías exitosas podrían tener 1) términos que refieran a nada y, 2) aseveraciones no probadas y, por lo tanto, no habría motivos para suponer que son aproximadamente verdaderas.²³⁰

No obstante, es importante señalar que el artículo no ataca a todas las formas de realismo científico, sino que arremete en contra de cierto tipo de realismo epistemológico llamado realismo convergente. Dicho realismo se compone de las siguientes cinco afirmaciones:

R1) Scientific theories (at least in the 'mature' sciences) are typically approximately true and more recent theories are closer to the truth than older theories in the same domain; R2) The observational and theoretical terms within the theories of a mature science genuinely refer (roughly, there are substances in the world that correspond to the ontologies presumed by our best theories); R3) Successive theories in any mature science will be such that they 'preserve' the theoretical relations and the apparent referents of earlier theories (i.e., earlier theories will be 'limiting cases' of later theories). R4) Acceptable new theories do and should explain why their predecessors were successful insofar as they were successful. R5) Theses (R1) - (R4) entail that ('mature') scientific theories should be successful; indeed, these theses constitute the best, if not the only, explanation for the success of science. The empirical success of science (in the sense of giving detailed explanations and accurate predictions) accordingly provides striking empirical confirmation for realism.²³¹

²²⁸ Si el argumento se limitara a afirmar que tienen una alta probabilidad de carecer de referentes, entonces aun quedaría una ventana abierta por la cual el realismo podría escapar de la crítica. Después de todo, para el realismo científico (moderado) basta con un solo caso de una teoría que refiera. Por el contrario, el antirrealismo necesita que ninguna teoría científica refiera.

²²⁹ Larry Laudan, *A confutation of convergent realism*, p. 27.

²³⁰ *Ibidem*, p. 28.

²³¹ *Ibidem*, pp. 20 – 21.

Según Laudan, el objetivo de su tesis es mostrar que esta clase de realismo no es apoyado por la evidencia histórica.²³² Para ello proporciona una serie de casos en los que pretende demostrar que no hay evidencia que sostenga que los términos teóricos, incluso de las teorías exitosas, típicamente refieran.²³³ Por ejemplo, comenta Laudan que a pesar de que Putnam (cuando era realista) sostenga que hay ejemplos de teorías que típicamente refieren, tales como el electrón de Bohr, la masa de Newton, el gen de Mendel y el átomo de Dalton, estos casos no refieren realmente puesto que están plagados de afirmaciones que han resultado ser falsas.²³⁴ Y así sucede con muchos otros casos más.

No obstante, aquí se hace relevante el concepto de verdad aproximada. Pues, de acuerdo con el principio de caridad de Putnam, si una teoría científica explica ciertos fenómenos empíricos de manera aproximada, es decir, que se ajusta más o menos a ellos, entonces debe ser una teoría aproximadamente verdadera, incluso si algunas de sus afirmaciones no son del todo adecuadas.²³⁵ De este modo, parece quedar claro que hay una relación entre el poder explicativo con la verdad. Sin embargo, Laudan niega que esta postura sea correcta. Luego procede a enumerar las dos tesis que, desde su punto de vista, defiende esta clase de realismo epistemológico:

(T1) If a theory is approximately true, then it will be explanatorily successful.

*(T2) If a theory is explanatorily successful, then it is probably approximately true.*²³⁶

Es importante indicar que, según Antonio Diéguez, cuando Laudan habla de éxito explicativo también abarca al éxito predictivo e instrumental.²³⁷

Por supuesto, para Laudan ambas tesis son falsas. Para empezar, T1 es falsa porque el que una teoría sea aproximadamente verdadera no implica necesariamente su éxito predictivo e instrumental, pues para ello también hace falta incorporar hipótesis auxiliares, contar con información correcta sobre las condiciones iniciales (de la observación o el experimento en cuestión), así como también es necesario contar con tecnología apropiada. Sin estos elementos es

²³² *Ibidem*, pp. 19 – 20.

²³³ En este contexto, siempre que se diga que una teoría o entidad teórica refiere o típicamente refiere, significa que refiere a la realidad.

²³⁴ Larry Laudan, *A confutation of convergent realism*, p. 24.

²³⁵ *Idem*.

²³⁶ *Ibidem*, p. 30.

²³⁷ Antonio Diéguez Lucena, *Filosofía de la ciencia*, p. 262.

perfectamente plausible que una teoría aproximadamente verdadera pueda fallar en sus predicciones.²³⁸

En cuanto a T2, Laudan mostraría su falsedad suponiendo que un realista nunca afirmaría que una teoría es aproximadamente verdadera, si sus términos principales no refieren a nada.²³⁹ Luego procede a enlistar una serie de casos que en el pasado fueron exitosos explicativa y/o predictivamente, pero que el día de hoy son tenidos como falsos, por ejemplo, las esferas concéntricas de los griegos, el flogisto, la fuerza vital, el éter electromagnético, la generación espontánea, etc.²⁴⁰

Debido a lo anterior, Laudan concluye que el realismo no ha sido capaz de explicar cómo funciona el conocimiento científico; aunque a todos nos gustaría creer que el realismo es verdadero, esto no es lo mismo que tener buenas razones para creer que lo sea.²⁴¹ Desde luego, reconoce Laudan, nada de lo que ha dicho basta para refutar la posibilidad de que pueda llegar a haber una epistemología realista exitosa.

Por ello, Laudan postula que el objetivo de la ciencia no es alcanzar a la verdad, ni siquiera a la verdad aproximada, pues pese a todos los esfuerzos, esta ha resultado ser una meta utópica. Después de todo, no hay forma de saber si en algún momento se ha alcanzado la verdad o si nos estamos aproximando a ella.²⁴² Siendo así, el objetivo de la ciencia sería el de resolver problemas (empíricos y conceptuales), de modo que entre más problemas resuelva una teoría científica mejor será.²⁴³

2.4. El realismo y la relatividad conceptual de Putnam

Hilary Putnam fue un filósofo de la ciencia que en principio fue un declarado realista que proporcionó múltiples argumentos en su defensa. No obstante, con el tiempo experimentó un cambio radical en su pensamiento al grado de convertirse en un antirrealista, aunque ciertamente

²³⁸ *Ibidem*, pp. 262 – 263.

²³⁹ *Ibidem*, p. 263.

²⁴⁰ Larry Laudan, *A confutation of convergent realism*, p. 33.

²⁴¹ *Ibidem*, pp. 47 – 48.

²⁴² Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 153.

²⁴³ *Ibidem*, p. 147.

a Putnam no le agradaría dicha etiqueta. Por ello llamó a su propuesta realismo interno o realismo con r minúscula para distinguirla del realismo al que critica, es decir, un Realismo con “R” mayúscula que pretende obtener un conocimiento absoluto por medio de la teoría de la verdad como correspondencia.

Sin embargo, sus críticas hacia lo que aquí se ha denominado realismo epistemológico, e inclusive también contra el realismo ontológico, lo destacan principalmente como uno de los grandes opositores del realismo contemporáneo, pues pone en tela de juicio la distinción entre lo objetivo y lo subjetivo debido a la relatividad conceptual.

2.4.1. Realismo externo y realismo interno

Según Hilary Putnam, el realismo externo se compone de la siguiente manera:

On this perspective, the world consists of some fixed totality of mind-independent objects. There is exactly one true and complete description of ‘the way the world is. Truth involves some sort of correspondence relation between words or thought-signs and external things and sets of things’. I shall call this perspective the externalist perspective, because its favorite points of view is a God’s Eye point of view.²⁴⁴

Según Button esta perspectiva podría dividirse en tres principios:

*[1] The Independence Principle: The world is (largely) made up of objects that are mind-, language-, and theory-independent. [2] The Correspondence Principle: Truth involves some sort of correspondence relation between words or thought-signs and external things and sets of things. [3] The Cartesianism Principle: Even an entirely ideal theory might be radically false.*²⁴⁵

El primer principio es equivalente al compromiso de independencia de Miller. El segundo principio asume que el realista externo considera a la verdad como correspondencia como algo constitutivo y que, además, le conduce necesariamente a afirmar que hay una descripción que representa al mundo de una manera completamente adecuada. Este principio, llamado por Miller

²⁴⁴ Hilary Putnam, *Reason, truth and history*, p. 49.

²⁴⁵ James T.M. Miller, *Metaphysical realism and anti-realism*, p. 46.

compromiso de unicidad,²⁴⁶ se sigue de aceptar cierta correspondencia entre nuestras representaciones con el mundo. De modo que, si es el caso de que hay ciertas descripciones que representan mejor a la realidad que otras, finalmente debe haber alguna (posible) descripción que represente mejor al mundo que todas las demás, una descripción que Putnam suele llamar el punto de vista del ojo de Dios.

Finalmente, respecto al principio cartesiano, Miller explica que si la verdad fuera correspondencia, no sería epistémica; por lo tanto, no importa qué tan buenas sean nuestras teorías porque incluso la mejor de todas tendría que ser falsa en caso de no ser aquel discurso que refleja perfectamente al mundo.²⁴⁷

Ahora bien, cabe destacar que esta caracterización del realismo fue descrita por Putnam con el propósito de explicitar la clase de realismo que le parece criticable. Por ello, no es de extrañar que no falten pensadores que se opongan al principio de unicidad. Por ejemplo, Carnap afirma que el significado de las palabras es determinado por los marcos lingüísticos que, por cierto, son variados y distintos entre sí. Además, los marcos lingüísticos van en función de cuestiones pragmáticas. Por ejemplo, si vamos a hablar de números, lo mejor será usar un marco lingüístico matemático, si vamos a hablar de células, lo mejor será usar uno biológico, etcétera. Siendo así, no es el caso que exista un discurso privilegiado sobre la realidad, puesto que el criterio es la utilidad y hay marcos lingüísticos que son más útiles respecto a unas cosas que otros y viceversa, pero no es el caso que haya uno que sea más útil en todos los ámbitos. Por ello, Carnap acusa a la metafísica de hacer un mal uso del lenguaje al tratar de salir de los marcos conceptuales, consiguiendo en consecuencia, únicamente sinsentidos epistémicos.²⁴⁸

En esa misma línea, en el año de 1981, Putnam publicó su libro "*Reason, truth and history*".²⁴⁹ Allí elaboró cuatro experimentos mentales con el propósito de refutar al realismo externo, al que también solía llamar Realismo con "R" mayúscula. Esto lo haría evidenciando la falsedad e incoherencia que se sigue de la teoría de la verdad como correspondencia. Lo que sigue es una breve síntesis de los experimentos.

²⁴⁶ *Ibidem*, p. 20.

²⁴⁷ *Idem*.

²⁴⁸ *Ibidem*, pp. 39 – 42.

²⁴⁹ Hilary Putnam, *Reason, truth and history*.

I. ¿Una hormiga dibuja a Winston Churchill?

Imaginemos que una hormiga que se desplaza en un arenoso va dejando una línea conforme se arrastra. Sorprendentemente, tras un rato, nos percatamos que la línea que trazó se parece bastante a una caricatura del mismísimo Winston Churchill. Entonces, cabe la pregunta de si acaso el dibujo de esta hormiga representa a Churchill. La respuesta es un rotundo no, porque se requiere algo más que similitud para poder representar a algo. Esto que hizo la hormiga fue meramente una coincidencia o un accidente que no significa nada.²⁵⁰

Algunos filósofos han postulado que es la intencionalidad la que determina si una imagen o palabra representa algún objeto exterior. Cabe destacar que la intencionalidad requiere cierto tipo de inteligencia que no tiene la hormiga, por ello no importa que dibuje imágenes o incluso que escriba palabras, porque no referirán a nada.

Con lo anterior queda claro que la similitud no es un criterio suficiente para sostener ninguna relación de referencia, ¿pero acaso la intencionalidad sí lo es?

II. Planeta sin árboles

Ahora imaginemos que existe vida humana en otro planeta con el que nunca se ha entablado contacto. Ese planeta carece de árboles y nadie nunca ha imaginado árbol alguno. Pues un día, por algún motivo, se envía una nave espacial desde la Tierra hasta las proximidades de ese planeta. Dentro de esa nave terrestre habría una ilustración que representaba a un árbol y, por alguna razón que no importa, se cae al planeta. Entonces, cuando uno de los habitantes de dicho planeta encuentra la ilustración la ve con extrañeza, y no la concibe como la representación de un árbol, pero aun así se hace una imagen mental de ese extraño objeto. Simultáneamente, una de las personas que se encuentra en la nave espacial está teniendo una imagen mental de la ilustración del árbol. El caso es que mientras el astronauta ve la imagen (aunque sea mental) como la representación de un árbol, en cambio, el extraterrestre tiene la misma imagen mental, pero la ve como la representación de un objeto extraño. Aquí viene lo importante, ambos podrían hacer una

²⁵⁰ *Ibidem*, pp. 1 – 2.

nueva imagen que sea similar a la del “árbol” con la intención de representar al objeto en el que piensan. No obstante, como ya quedó claro, ambos conciben la ilustración de manera distinta. Por lo tanto, la intención tampoco es una condición suficiente para garantizar la representación de ningún objeto.²⁵¹

III. Prueba de Turing de referencia

La Prueba de Turing de Referencia es una variación de la prueba original, pero su objetivo es poner a prueba si alguien o algo (ya sea una computadora o una persona) puede decir algo que refiera o represente a un objeto extralingüístico.²⁵²

Podemos imaginar a una máquina sumamente sofisticada que se ha programado para hablar el idioma inglés de una manera (aparentemente) coherente, incluso brillante, de modo que esta máquina será capaz de acomodar las palabras de tal manera que dé como resultado discursos que nos parezcan hermosos. Sería también capaz de tener una conversación en la que enlace respuestas y comentarios tan (aparentemente) acertados y verdaderos que parezca una persona. ¿Pero realmente esa máquina habla con sentido?, es decir, ¿sus descripciones realmente se refieren a algo del mundo real? Para Putnam la respuesta es que no, por la misma razón por la que las hormigas no pueden representar a Winston Churchill, ya que el hecho de que la computadora pueda proferir palabras no es garantía de que sepa relacionarlas con objetos extramentales.

IV. Cerebro en la cubeta

Por último, llegamos al más celebre e importante experimento mental de Putnam, “el cerebro en la cubeta”. Primero imaginemos que un científico loco robó tu cerebro y lo puso en una cubeta. Gracias a la ciencia logra mantenerlo vivo y lo tiene conectado a una computadora con la que le ha borrado la memoria y también le provoca toda clase de estímulos sensoriales y/o cerebrales. Luego consideremos que, según Putnam, el realista (externo) supone al externalismo semántico, esto quiere decir que el realismo le atribuye una relación de referencia al significado de las palabras

²⁵¹ *Ibidem*, pp. 3 – 5. Hice algunas ligeras modificaciones en el relato por fines prácticos, pero la conclusión es la misma.

²⁵² *Ibidem*, pp. 8 – 12.

con algún objeto de la realidad. Siendo así, la palabra mesa significa algo diferente de la palabra globo porque tienen como referencia cosas distintas. El problema es que el cerebro en la cubeta (al igual que la computadora del relato anterior) no podrá referirse a ninguna mesa real de modo que dicha palabra no podría tener el mismo significado.

Por si fuera poco, podemos complicar el relato un poco más. Ahora asumamos que hay un mundo (y que es este) en el que todos los seres sintientes que existen son un cerebro en una cubeta conectado a una computadora. Aunque esto es sumamente improbable, no es físicamente imposible (por ejemplo, podemos pensar en un caso hipotético similar, el famoso cerebro de Boltzmann). Aquí empieza lo problemático. De modo que todo lo que el cerebro percibe es causado por la computadora, y esta le podría provocar la sensación de que ve cosas tales como árboles. Además, esta experiencia sería muy realista porque el árbol real (extramental) sería cualitativamente similar. Siendo así, el cerebro en la cubeta podría afirmar por medio del lenguaje que hay un árbol, pero, ¿realmente el lenguaje sería capaz de representar o referirse a un árbol exterior (extramental) en una situación así? Nuevamente la respuesta es no, porque no hay ninguna conexión entre las sensaciones que produce la máquina y un objeto exterior, aun a pesar de que la experiencia de percibir un árbol ilusorio y uno real sea similar, puesto que la similitud no es una condición suficiente para que se dé una relación de representación.²⁵³ Esto ya se había visto en el ejemplo de la hormiga y la caricatura de Churchill. Sin embargo, este problema va más allá cuando nos preguntamos si el cerebro en la cubeta puede preguntarse con sentido “¿soy un cerebro en una cubeta?” Si somos consistentes con lo que hemos visto hasta ahora, tendríamos que decir que no, porque nadie en una situación así podrá referirse a un cerebro en una cubeta “real”, sino a la imagen de un cerebro en una cubeta. Por lo tanto, el realismo externo es autorrefutativo.

Putnam lo decía de la siguiente manera:

*But part of the hypothesis that we are brains in a vat is that we aren't brains in a vat in the image (i.e. what we are 'hallucinating' isn't we are brains in a vat). So, if we are brains in a vat, then the sentence 'We are brains in a vat' says something false (if it says anything). In short, if we are brains in a vat, then 'We are brains in a vat' is false. So it is (necessarily) false.*²⁵⁴

²⁵³ *Ibidem*, pp. 12 – 14.

²⁵⁴ *Ibidem*, p. 15.

Putnam atribuía este escenario a dos errores: 1) Tomar las posibilidades físicas con demasiada seriedad. No necesariamente lo que es físicamente posible es lógico o filosóficamente posible, así que es la filosofía la que niega esta posibilidad. 2) Dar por hecho una teoría de la verdad como correspondencia. Es decir, suponer que ciertas representaciones mentales se refieren necesariamente a ciertas cosas o tipos de cosas.²⁵⁵

No obstante, Michel Devitt señaló que del experimento mental de Putnam no se sigue la conclusión de que no es filosóficamente posible que seamos cerebros en una cubeta, sino más bien que, en caso de serlo, no seríamos capaces de pensar que somos cerebros en una cubeta, lo que no es lo mismo.²⁵⁶ Lamentablemente, sea este el caso o no, ambas conclusiones son altamente perjudiciales para el principio de accesibilidad puesto que (si aceptamos las premisas de Putnam) el conocimiento de objetos extramentales resultaría imposible.

Debido a lo anterior, Putnam propone abandonar el realismo externo y optar por una epistemología que prescindiera de la verdad como correspondencia, pero sin caer en el relativismo. Además, los criterios principales de dicha alternativa deben ser la coherencia, la utilidad y el reconocimiento del papel que tiene el lenguaje en todos los objetos cognoscibles. Siendo así, Putnam formula lo que él denomina realismo interno.

El realismo interno consiste en tres principios paralelos a los del realismo externo:

[1] ‘Objects’ do not exist independently of conceptual schemes. (1981: 52). [2] Asking what objects exist ‘only makes sense ... within a theory or description’. (1981: 49). [3] Truth ... is some sort of (idealized) rational acceptability, [an] ideal coherence of our beliefs with each other and with our experiences as those experiences are themselves represented in our belief system. (1981: 49–50).²⁵⁷

Nótese el parecido del primer y del segundo principio con los marcos lingüísticos de Carnap. Respecto al principio 3, claramente se habla de una teoría de la verdad como coherencia. Y este tipo de teoría de la verdad tampoco está libre de críticas. Por ejemplo:

Alguien podría argumentar que la verdad como coherencia es relativista de la siguiente manera:

²⁵⁵ *Idem.*

²⁵⁶ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 172.

²⁵⁷ *Idem.*

Hace 3,000 años era racionalmente aceptado que la Tierra es plana, no obstante, ese no es el caso ahora. Además, el afirmar que la Tierra hace 3,000 años era plana y ahora es redonda sería absurdo. Por ende, no se puede concluir que ambas afirmaciones son o fueron verdaderas.²⁵⁸

No obstante Putnam arremete con la siguiente aclaración:

*(1) That truth is independent of justification here and now, but not independent of all justification. To claim a statement is true is to claim it could be justified. (2) truth is expected to be stable or 'convergent'; if bought statement and negation could be 'justified', even if condition were as ideal as one could hope to make them, there is no sense in thinking of the statement as having a truth-value.*²⁵⁹

Por otro lado, Putnam también añadiría que el realismo interno es capaz de socavar dificultades que el externalismo no puede. Por ejemplo, si recordamos el relato del cerebro en la cubeta y tomamos en cuenta el realismo externo descrito por Putnam, queda claro que este no sale bien parado; sin embargo, desde una mirada internalista el problema del cerebro en la cubeta no es más que una historia de ciencia ficción y no puede ser nada más que eso. Esto es así porque dentro de la historia se parte del punto de vista del ojo de Dios, pero el realismo interno rechaza que exista tal punto de vista. Además, cabe aclarar que, dadas las necesidades de la verdad como correspondencia, tampoco se podría afirmar tal punto de vista desde el externalismo porque en aquel mundo todos los seres sintientes son un cerebro en una cubeta y, por tanto, nadie puede referirse a nada fuera de la simulación.

2.4.2. La relatividad conceptual

La relatividad conceptual significa que todo conocimiento humano, incluso el de la realidad, es por necesidad relativo a los conceptos que utilicemos. Sin embargo, según Putnam, el mundo también juega un papel importante, pues dicho en sus propias palabras, *la mente y el mundo, en común, constituyen la mente y el mundo.*²⁶⁰ Esto trae consigo algunas consecuencias destacables como la manera en la que debe concebirse a lo “objetivo” o incluso la eliminación de la dicotomía

²⁵⁸ Hilary Putnam, *Reason, truth and history*, p. 55.

²⁵⁹ *Ibidem*, p. 56.

²⁶⁰ Hilary Putnam, *Las mil caras del realismo*, p. 39.

entre lo objetivo y lo subjetivo puesto que el mundo que conocemos es un mundo humano en el que no hay nada fuera de él, por ello, tampoco tiene caso sostener que existe la cosa en sí. Entonces, ¿qué son los objetos del mundo?

'Objects' themselves are as much made as discovered, as much products of our conceptual invention as of the 'objective' factor in experience, the factor independent of our will, then of course objects intrinsically belong until certain labels; because those labels are the tools we used to construct a version of the world with such objects in the first place.²⁶¹

Ahora bien, ello no significa que todo se limite a un relativismo en el que todo vale, simplemente lo que ocurre es que los criterios por los que hay que decidirse entre un sistema conceptual y otro son la coherencia y la utilidad.

A los ojos de Putnam, a pesar de la incomodidad que ello pueda ocasionarle al realista externo (o como él suele llamarles, al Realista con R mayúscula), el externalista no es capaz de demostrar que pueda distinguir el límite entre lo objetivo y lo subjetivo, pues el lenguaje tiene un papel esencial y activo en nuestras aseveraciones del mundo. La evidencia es el hecho de que hay un sinnúmero de clasificaciones en varias ramas o ciencias (ya sea física, química, biología, etc.), que difieren radicalmente en los elementos que consideran objetivos de los que consideran subjetivos. Un ejemplo de ello es la función de onda de la mecánica cuántica, pues dependiendo del esquema conceptual en el que se encuentre se puede considerar una entidad física real o un simple instrumento matemático.

Por último, otro caso complejo, pero bastante ilustrativo, lo proporciona Putnam cuando compara la lógica inductiva de Carnap con la lógica polaca.²⁶² Allí hace la pregunta sobre cuántos objetos hay en el mundo, si se considera un mundo con tan solo tres individuos. A primera instancia, la respuesta parece bastante simple y Carnap respondería que existen tres objetos: x_1 , x_2 y x_3 . Sin embargo, para los lógicos polacos este mundo que consta de tres individuos en realidad cuenta con siete objetos porque ellos consideran que *para dos particulares cualesquiera hay un objeto que es*

²⁶¹ Hilary Putnam, *Reason, truth and history*, p. 54.

²⁶² Hilary Putnam, *Las mil caras del realismo*, pp. 62 – 63.

su suma.²⁶³ Siendo así, los objetos serían los siguientes: x_1 , x_2 , x_3 , x_1+x_2 , x_1+x_3 , x_2+x_3 y, $x_1+x_2+x_3$.²⁶⁴

²⁶³ *Ibidem*, p. 62.

²⁶⁴ *Ibidem*, pp. 62 – 63.

Putnam evita deliberadamente la incorporación del conjunto vacío en estos ejemplos de modo que si se incorporara, el mundo de Carnap tendría cuatro objetos y el mundo de los lógicos polacos tendría ocho.

3. Un realismo científico moderado

Se podría definir al realismo científico moderado como aquel que sostiene que la ciencia es capaz de proporcionar un conocimiento verdadero de la realidad, pero este es parcial y aproximado, de modo que no hay ninguna verdad absoluta que defender. Por ello, el hecho de que muchas de las teorías de la ciencia hayan sido refutadas en el pasado y que, además, muchas o todas las presentes compartan la misma suerte en el futuro, no implica ningún problema, puesto que el realismo no está comprometido con ninguna teoría en específico.²⁶⁵

Debe decirse que algunas de las tesis antirrealistas del capítulo pasado pueden ser evitadas simplemente haciendo ajustes o descartando algunos postulados que Putnam y otros antirrealistas le atribuyen al realismo. Por ejemplo, si se mesura el alcance de la teoría de la verdad como correspondencia asumiendo que nuestros conceptos nos permiten hacer afirmaciones sobre el mundo que nos pueden dotar de un conocimiento parcial y aproximado, en vez de uno absoluto y completo, se evitará la necesidad lógica de afirmar el compromiso de unicidad.

²⁶⁵ Alguien podría objetar que, pese a que esta es la salida más natural al realismo, esto no implica necesariamente que en ella no pueda residir un problema. Especialmente si se considera el siguiente argumento:

Para determinar que X es real, debemos saber que X es real. Dado que nuestro conocimiento siempre es parcial y aproximado, lo más que se puede decir es que X es parcialmente real o aproximadamente real. Por su parte, lo que es verdaderamente real lo es de manera absoluta y neta, por lo tanto, no conocemos lo verdaderamente real sino solo lo que nos es posible (lo que se puede llamar su representación, su modelo, su teorización, su fenómeno, etc. Sin embargo, se podría responder que no existen entidades o hechos parcialmente reales o aproximadamente reales. Nuestras proposiciones sobre tales hechos son las que son parcialmente verdaderas o aproximadamente verdaderas. Esto se debe a que, los términos “real” y “verdad” no significan lo mismo. Lo real es aquello que existe con independencia del sujeto cognoscente. En cambio, la verdad es la correspondencia entre una proposición con un hecho.

El realismo moderado aquí descrito, se compromete, cuando menos, con el realismo ontológico, el realismo epistemológico y el realismo semántico.

De acuerdo con el realismo ontológico, los hechos, las entidades y el mundo son reales. Y el realismo ontológico científico afirma que algunas entidades teóricas son reales. Según el realismo epistemológico, la ciencia nos proporciona un conocimiento adecuado de la realidad, aunque sea de manera parcial y aproximado. Por último, el realismo semántico sostiene que las teorías científicas son verdaderas o falsas en función con su correspondencia con la realidad.

Considerando lo anterior, el hecho de que se haga uso de modelos, representaciones y términos teóricos para referir a X, no implica que no conozcamos absolutamente nada de X, sino que, en caso de que los modelos y los términos teóricos sean adecuados, nuestro conocimiento sobre X será parcial y aproximadamente verdadero. Finalmente, la afirmación de que el conocimiento de la realidad debe ser absoluto o de lo contrario no la conocemos en lo absoluto cae en la falacia de todo o nada. Esta falacia consiste en que como no se puede conocer a los objetos del mundo de manera completa y pura, entonces no se les puede conocer en lo absoluto.

Ahora bien, eliminar este compromiso, lejos de ser una pérdida para el realismo, es una ganancia porque dicho principio se presta a una serie de problemas que quizá sean insuperables. Además, este principio solamente se sigue de una teoría de la verdad como correspondencia (estricta) que es en extremo radical hasta el grado de elevarse al punto de vista del ojo de Dios. Por ello, me parece que la crítica que Putnam le hace al compromiso de unicidad es acertada. Sin embargo, no ocurre que dicho compromiso sea constitutivamente necesario para toda clase de realismo, puesto que sencillamente midiendo el compromiso de accesibilidad se elimina la necesidad lógica de que debe haber un discurso final que represente mejor al mundo que cualquier otro discurso. Después de todo, hay varios ejemplos de realismos moderados que solo reconocen un alcance aproximado a la verdad (e incluso que prescindan del concepto), como el realismo científico crítico de Niiniluoto, el realismo tentativo de Quintanilla, el realismo científico de Gustavo Esteban Romero, etcétera.

También es importante señalar que los conceptos no tienen que englobar por completo a los objetos a los que se refieren, sino a una sección, o dimensión cualitativa de estos y de manera aproximada, de modo que esquemas conceptuales diferentes nos permitirán acceder a dimensiones diferentes de un objeto o conjunto de objetos.

Es importante explicitar que la postura de Putnam que él denomina realismo interno no es ninguna clase de realismo moderado, de hecho, ni siquiera cumple con los criterios para ser considerada una teoría realista, pues acorde con la clasificación de realismo de Diéguez, esta postura es claramente opuesta al realismo epistemológico e inclusive ontológico, dado que desdibuja en gran medida la línea entre lo objetivo y lo subjetivo. Por otro lado, considerando la clasificación de Miller, la postura de Putnam sería más bien idealista porque no rechaza el compromiso de la existencia, pero sí rechaza el compromiso de independencia cuando niega que existen objetos más allá de los esquemas conceptuales. Con lo que niega, en consecuencia, que el concepto de noúmeno tenga contenido.

Pese a ello, hay razones para pensar que dicha consecuencia no es concluyente, dado que, si bien Putnam sostiene que los objetos son mucho más una invención conceptual que un descubrimiento de nuestra experiencia, no niega que, por así decirlo, parte de esos objetos, aunque sea pequeña, es independiente de nuestros conceptos. Además, los objetos no son un mero constructo de los

esquemas conceptuales, puesto que, aunque sea mínimamente, también son algo que se descubre fácticamente. Allí es donde podría asomarse la cara del nómeno.

Tampoco es del todo adecuado posicionarse en una teoría de la verdad como coherencia puesto que enfrenta mayores dificultades que la teoría de la verdad como correspondencia (aproximada). En primer lugar, suponiendo que se pueda elaborar un sistema completamente coherente, ello no lo libra de poder ser ficticio. Y no solo eso, se puede elaborar una multiplicidad de sistemas que gocen de coherencia interna, pero que sean incompatibles entre sí, cayendo en toda clase de contradicciones. A esta crítica, antirrealistas como Laudan podrían responder que entonces habría que optar por el sistema que resuelva más problemas, tomando así un criterio pragmático. No obstante, se puede suponer, como ya ha ocurrido, que haya dos sistemas con el mismo grado de coherencia y utilidad y que, sin embargo, sean incompatibles entre sí. Nuevamente, alguien podría decantarse por un criterio pragmático, pero en este caso con un tono más estético, simplemente apoyándose en la navaja de Ockham, tal como ocurrió con el modelo heliocéntrico de Copérnico y con el modelo geocéntrico mixto de Tycho Brahe. Ambos modelos eran capaces de predecir las fases de Venus con casi el mismo grado de precisión, sin embargo, el modelo heliocéntrico era más simple. Y por ello, se le dio preferencia. No obstante, esto no deja de ser más que una mera convención y, aun así, podría darse el caso de que nos encontremos dos sistemas de proposiciones coherentes que sean igual de útiles y simples, pero incompatibles entre sí. La única salida que podría tener el realista interno sería afirmar que dos sistemas coherentes pueden ser incompatibles (o contradictorios entre sí) sin que por ello se vea afectada la verdad como coherencia, puesto que cada sistema solo se preocupa de que el conjunto de proposiciones que lo conforma sea coherente, de modo que no hay ninguna necesidad de que ambos sistemas interactúen entre sí, ya que se limitan a su mera lógica interna. Siendo este el caso, me temo que dicha propuesta nos conduciría a un relativismo en el que el criterio final es la mera convención, o la preferencia del científico o investigador, tal como ocurre con la lectura fuerte de la propuesta de Kuhn.

Con todo, el relativismo no es el único problema de la teoría de la verdad como coherencia, ya que solo fue posible llegar al relativismo como una consecuencia negativa de la teoría suponiendo que es posible que haya un sistema coherente de proposiciones que no pueda caer en inconsistencias internas. Sin embargo, Niiniluoto nos muestra con un argumento convincente que aceptar la teoría

coherentista puede conducir a la violación del principio de no contradicción y al principio de tercero excluido, cayendo, por tanto, en la incoherencia.

Supongamos un conjunto consistente Σ de enunciados verdaderos. Supongamos también un enunciado a compatible con dicho conjunto. La mera coherencia de a con Σ , aun cuando pueda ser una condición necesaria, no basta, sin embargo, para garantizar la verdad de a , ya que puede suceder que tanto a como su negación sean ambas coherentes con Σ . La negación del axioma de las paralelas de Euclides, por ejemplo, sigue siendo consistente con el resto de los axiomas de su geometría. Ahora bien, si se define la verdad de un enunciado como su coherencia con un conjunto Σ dado, entonces se viola el principio de no contradicción, al tenerse que admitir que tanto a como su negación podrían ser ambas verdaderas. Si se define, en cambio, la verdad de un enunciado como el hecho de que sea implicado por el conjunto Σ , entonces se viola el principio del tercero excluido, pues podría ser entonces que ni a ni su negación fueran verdaderas. Por lo tanto, la verdad no puede consistir en la mera coherencia de enunciados.²⁶⁶

También se pueden presentar casos semejantes en las ciencias fácticas. Considérese el siguiente par de ejemplos.

Ejemplo 1:

Dentro de los marcos teóricos de la astrobiología, ciencia que estudia el origen, la evolución y la distribución de la vida en el Universo, se pueden hacer las siguientes afirmaciones:

- a) Es probable que exista vida extraterrestre.
- b) No es probable que exista vida extraterrestre.

Considerando la evidencia actual, ambas afirmaciones son coherentes dentro del marco teórico de la astrobiología. Por un lado, se reconoce que hasta ahora no se ha encontrado evidencia de vida extraterrestre y que el fenómeno de la vida en la Tierra fue un acontecimiento muy raro (aunque esto último es debatible). Por otro lado, el universo es sumamente vasto y, además, hay una cantidad muy grande de planetas habitables que cumplen con las condiciones necesarias para que se dé el fenómeno de la vida. Por ello, se puede suponer que hay (o haya habido) vida en algunos de ellos.

Ejemplo 2:

²⁶⁶ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 215.

Tal como se vio en el apartado 1.3.1.4 de esta tesis, hay múltiples interpretaciones posibles y coherentes con el formalismo matemático de la mecánica cuántica (MC). Dicho formalismo es generalmente aceptado, pero las interpretaciones de la MC son mutuamente excluyentes.

Considérese el siguiente par de afirmaciones:

- a) Si se mide u observa un sistema cuántico, entonces colapsará la función de onda. (Interpretación de Copenhague).
- b) Si se mide u observa un sistema cuántico, no colapsará la función de onda (pues se cumplen todos los resultados posibles en universos paralelos, pero el resultado que obtenemos es el de nuestro universo). (Interpretación de los muchos mundos).

Recapitulando, Miguel Quintanilla propone un realismo científico moderado que consigue evitar las críticas antirrealistas dirigidas hacia la verdad como correspondencia y por extensión a la del punto de vista del ojo de Dios que, como ya vimos en el cerebro en la cubeta, conduce a la autorrefutación. La propuesta se llama realismo tentativo y se divide en los siguientes cuatro puntos:

1. La realidad objetiva existe independientemente de que la conozcamos o no.
2. La realidad objetiva independiente tiene en sí misma algún grado de organización o estructura.
3. El conocimiento humano, y en especial el conocimiento científico, pretende conseguir una representación adecuada de la realidad objetiva.
4. Es posible alcanzar a través de la investigación científica representaciones adecuadas, aunque parciales e incompletas, de la realidad objetiva.²⁶⁷

Nótese que el punto número 1 recupera la dicotomía entre lo subjetivo y lo objetivo. Esto se hace así para afirmar que el mundo no está encerrado completamente en el lenguaje. Los puntos 1 y 2 se podrían encapsular dentro del compromiso de independencia, sin embargo, entiéndase que explicitar el punto número 2 es importante para destacar que los esquemas conceptuales no son los que determinan la estructura del mundo. El punto 3 y 4 pueden agruparse dentro del compromiso de accesibilidad, pero póngase atención en el punto 4 (que es equivalente al realismo

²⁶⁷ Hilary Putnam, *Las mil caras del realismo*, pp. 31 – 32.

epistemológico de Diéguez) cuando afirma que las representaciones que se pueden hacer son parciales e incompletas. Aquí es donde se mesura o modera el alcance de la teoría de la verdad como correspondencia, descartando así el compromiso de unicidad sin ningún problema. Además, es un tipo de realismo que interesa a los fines de esta investigación por involucrar directamente a la ciencia.

También es importante aclarar que este tipo de realismo no rechaza que los seres humanos conocemos al mundo a través del lenguaje. Claro está que es importante: sin él, ciertamente no se podría comprender al mundo; pero de ahí no se sigue que el mundo y el lenguaje se constituyan mutuamente, pues también cabe la posibilidad de que nuestro conocimiento del mundo sea mediado, parcial e incompleto.

Siendo así, se podría decir que el realismo moderado acepta la lectura débil del lenguaje, es decir, aquella que afirma que a veces el lenguaje podría engañarnos o fallar en ser la ventana clara del mundo, pero no siempre.²⁶⁸ En cambio, varias formas de antirrealismo, como el realismo interno, aceptan la lectura fuerte: aquella que sostiene que el lenguaje es inadecuado para representar la realidad. Siendo así, las entidades extramentales podrían ser reales, pero no se podría hablar significativamente de ellas debido a la naturaleza del lenguaje.²⁶⁹

No obstante, aún queda por discutirse qué se entiende por una verdad parcial y aproximada. ¿Dónde está el límite? Aquí es donde el realismo científico crítico de Niiniluoto cobra su importancia.

3.1. Verdad

En los capítulos anteriores se ha podido constatar que el problema de la verdad en la ciencia es complicado, dado que lo que hoy se considera una verdad científica en el futuro podría dejar de serlo; por ello, el conciliar a la verdad con la ciencia no siempre es fácil. No obstante, considero que es importante esta conciliación para no caer en las garras del relativismo extremo o de otros tipos de antirrealismo, aunque también es cierto que ha habido propuestas realistas como el

²⁶⁸ James T.M. Miller, *Metaphysical realism and anti-realism*, pp. 36 – 37.

²⁶⁹ *Ibidem*, p. 37.

realismo de Giere que prescinden del concepto de verdad. Sin embargo, esta propuesta no se tratará aquí, dado que el espacio de este ensayo es limitado y porque hay razones para sostener que la teoría de la correspondencia basta para tratar la problemática de cómo es posible el conocimiento de la realidad por medio de la ciencia. Esto se verá más adelante en el apartado 3.2 de esta tesis cuando se traten los conceptos de verosimilitud y verdad aproximada.

Ahora bien, antes de indagar sobre qué relación tiene la ciencia con la verdad es importante entender que una cosa es la verdad y otra cosa es lo verdadero, de modo que, por decirlo de alguna manera, la verdad es la regla y lo verdadero es la aplicación de la regla. Por ello, es importante para el realismo científico moderado, así como para otras formas de realismo, contar con una definición consistente de verdad, así como también es fundamental que dicha definición sea aplicable, es decir, que proporcione conocimiento de la realidad, aunque sea de manera parcial y aproximada. De lo contrario, ¿de qué serviría una definición de verdad que solo conduce al absoluto escepticismo?²⁷⁰

La verdad, tal como han afirmado Tarski²⁷¹ y Gustavo Esteban Romero,²⁷² entre otros, es una palabra polisémica, es decir, una palabra que se utiliza para expresar varios conceptos diferentes, pero no necesariamente contrarios entre sí. Entre ellos está *emet* o *emunah*, que viene del hebreo y significa fiel o fiable, y como algo que es fiable es confiable, se puede decir que la verdad es algo confiable.²⁷³ Se le asocia también con la palabra griega *aleteia* que significa desoculto o descubierto, lo que se hace patente, o lo que se muestra tal como es.²⁷⁴ Sin embargo, para los intereses de este trabajo se partirá de la definición de verdad de Aristóteles, la que dice que *falso es, en efecto, decir que lo que es, no es, y que lo que no es, es; verdadero [es decir] que lo que es, es, y que lo que no es, no es*²⁷⁵. Esta definición es la que posteriormente terminó llamándose verdad como adecuación y, más adelante, verdad como correspondencia porque como tal aparece en la

²⁷⁰ Un escéptico podría decir que para escapar del mito de la verdad.

Sin embargo, si la verdad es un mito, entonces la proposición “la verdad (V) es un mito (F)” es un mito. Además, se podría argumentar que, si la verdad es un mito y se entiende a mito por mentira o falsedad, entonces si la proposición “la verdad (V) es un mito (F)” es verdadera, entonces es falsa.

²⁷¹ Juan Antonio Nicolás y María José Frápolli, *Teorías de la verdad en el siglo XX*, Tecnos, Madrid, 1997, p. 69.

²⁷² Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, p. 18.

²⁷³ Juan Antonio Nicolás y María José Frápolli, *Teorías de la verdad en el siglo XX*, p. 11.

²⁷⁴ Idem.

²⁷⁵ Aristóteles, *Aristóteles*, Gredos, Madrid, 2011, p, 201.

definición de Aristóteles, la verdad es una correspondencia entre el decir y lo que “es” (o lo que “no es”). ¿Pero qué se entiende por decir y qué se entiende por lo que “es” y por lo que “no es”?

Por “decir” se entiende al enunciado o a la proposición y no a la oración. Bien se sabe que hay extensas discusiones en torno a la diferencia entre lo que es un enunciado y una proposición,²⁷⁶ pero para este trabajo no es algo relevante y se considerarán como sinónimos. Se entenderá a la proposición como la idea o sentido (pragmático) encapsulado en una oración que afirma o asevera algo. Esto será más claro con el siguiente ejemplo:

- a) Todos los hombres son mortales.
- b) Los humanos son mortales.
- c) All humans are mortal.
- d) Όλοι οι άντρες είναι θνητοί.²⁷⁷

Notablemente las oraciones a), b), c) y d) son diferentes, no obstante, la aseveración que hacen o la proposición que expresan es la misma.

Respecto a qué se entiende por lo que “es”, nos referimos al mundo, a la realidad, o a algún hecho u objeto, o conjunto de hechos u objetos del mundo. Siendo así, la verdad es la correspondencia entre una proposición con un hecho u objeto. Mientras que una proposición es falsa cuando no corresponde con ningún hecho u objeto. Aquí es importante aclarar que hay proposiciones que se refieren a definiciones y no a hechos como “el triángulo tiene tres lados”. A casos como este último se les suele considerar como verdades de razón o proposiciones analíticas para distinguirlos de las verdades de hecho o proposiciones sintéticas, pero el análisis aquí propuesto no se ocupará de proposiciones analíticas, sino de sintéticas. El principal interés de esta investigación es articular un posible realismo para las ciencias fácticas (aunque no se limita a ello, pues quizá el realismo matemático también se pueda beneficiar de este trabajo) y, por tanto, lo más adecuado es centrarse en la correspondencia entre las proposiciones sintéticas o informativas con hechos objetivos y no formales. Por ejemplo: la proposición “el aire existe” es verdadera si y solo si es un hecho que el aire existe. Entonces la verdad de una proposición afirmativa corresponde a un hecho. Es decir, la verdad es la aseveración de un hecho.

²⁷⁶ Juan Antonio Nicolás y María José Frápolli, *Teorías de la verdad en el siglo XX*, pp. 225 – 242.

²⁷⁷ <https://translate.google.com/>

Miller lo explica de la siguiente manera:

A correspondence theory of truth posits a direct connection between our language (or concepts or representations) and the world. The correspondence theory of truth therefore seemingly provides the realist with exactly the ‘access’ that they might need. If assertions are true when they correspond to reality, then we have epistemic access to reality simply by working out what propositions are true²⁷⁸.

De tal modo, la teoría de la verdad como correspondencia consta de dos partes. Por un lado, la afirmación, proposición o enunciado (la representación) y, por otro lado, el hecho o cosa (lo representado) que hace que la proposición sea verdadera. A este hecho o cosa (independiente de la mente) se le llama *truthmaker*.

Ejemplo:

La proposición “la Tierra gira alrededor del Sol” es verdadera si y solo si (se da el hecho de que) la Tierra gira alrededor del Sol. En esta oración el hecho de que la Tierra gire alrededor del Sol es el *truthmaker*.

Por otro lado, siguiendo lo anterior ¿se podría entender a lo que “no es” como a un hecho o a un conjunto de hechos u objetos negativos?

La respuesta es un rotundo no, porque no tiene sentido afirmar que una proposición corresponde con un hecho negativo porque un hecho es por definición una cosa que sucede. Se puede concebir la negación en una proposición, pero no en el mundo, esto ya era sabido desde Parménides cuando la Diosa Verdad le dice en su poema que lo que es, tiene que ser y, lo que no es, no puede ser.

Pues bien, yo te diré (y tú, tras oír mi relato, llévatelo contigo) las únicas vías de investigación pensables. La una, que es y que le es imposible no ser, es el camino de la persuasión (porque acompaña a la Verdad); la otra, que no es y que le es necesario no ser, ésta, te lo aseguro, es una vía totalmente indiscernible; pues no podrías conocer lo no ente (es imposible) ni expresarlo²⁷⁹.

²⁷⁸ James T.M. Miller, *Metaphysical realism and anti-realism*, p. 17.

²⁷⁹ Jesús García Fernández, *Los filósofos presocráticos*, Gredos, Madrid, 1974, pp. 1 – 2.

Consideremos la oración “la nada existe”. Esta afirmación no tiene sentido, si entendemos a la nada como una cosa existente en el mundo porque la nada es la no existencia de algo, juntamente lo contrario a existir.

Ahora bien, el problema acontece cuando usamos una proposición para negar un hecho lógicamente pensable, pero fácticamente inexistente. Por ejemplo: la proposición “los unicornios no existen” es verdadera si y solo si es un hecho que los unicornios no existen.

Lo problemático aquí es que, si se sigue la previa definición de verdad como correspondencia, parecería que se tendría que aceptar la existencia de hechos negativos, es decir, que las proposiciones negativas corresponden a hechos negativos. Alternativa que carece de sentido. Entonces, ¿cuándo se dice que una proposición negativa es verdadera?

Una proposición negativa es verdadera cuando niega la correspondencia de una proposición que le es opuesta, es decir, equivale a una proposición afirmativa, pero falsa y que, por tanto, no corresponde con ningún hecho de la realidad. No obstante, dado que se ha definido que una proposición verdadera corresponde a un hecho, esto implicaría que las proposiciones negativas son falsas al no corresponder con ningún hecho. Sin embargo, es evidente que no se concibe a una proposición negativa como una proposición falsa a pesar de que en algunos contextos podría parecerlo, tal como algunas teorías inflacionarias de la verdad sostienen. Por ejemplo, las oraciones “es falso que los unicornios existen”; “no es verdad que los unicornios existen” y “los unicornios no existen” parecen compartir el mismo sentido, siendo los términos de verdad y falsedad algo superfluo. No obstante, no es el caso de que la proposición “los unicornios no existen” sea falsa porque cuando se enuncia una proposición negativa se trata de comunicar algo que es adecuado, mientras que cuando se habla de una proposición falsa, se habla de algo que es inadecuado. Por poner otro ejemplo, considérese el siguiente par de proposiciones.

- a) La Tierra es plana.
- b) La Tierra no es plana.

La proposición a) es una afirmación falsa, mientras que la proposición b) es una negación que es verdadera; por lo tanto, es evidente que la negación y la falsedad no son equivalentes. De hecho, si formalizamos a la verdad, a la falsedad y a la negación, es decir, si pasamos a un lenguaje lógico,

nos percataremos que los signos que se utilizan para representar dichos términos no son los mismos, ni tampoco lo es su respectiva función.

En lógica formal todas las proposiciones (p) o más propiamente, toda fórmula bien formada de un sistema de lógica L cuentan con un valor de verdad $VL(p) \rightarrow \{1, 0\}$. Si una fórmula es verdadera, entonces su valor de verdad será de 1, en cambio, si no lo es, su valor de verdad será de 0 y, por tanto, será falsa.²⁸⁰

Además, en lógica formal la negación es un conector lógico representado con el signo: “¬”. Y una fórmula con el conector de negación puede ser perfectamente verdadera, es decir, tener un valor de verdad de 1. Por ejemplo:

$$\neg A = 1 \text{ syss } A = 0$$

Este ejemplo ilustra que los términos de falsedad y negación no comparten el mismo sentido, ni tampoco se emplean (necesariamente en todos los contextos) para los mismos fines, sin embargo, aún hace falta explicar cómo es posible que una proposición negativa pueda ser fácticamente verdadera y su contrario falso.

I. Negación de la forma de ser

La proposición “eso no es un unicornio” no niega la existencia del hecho u objeto denominado “eso”, sino que lo que niega es que “eso” sea un unicornio, lo que se niega es el predicado y no el sujeto, en otras palabras, lo que se niega es la forma de ser de algo, pero no al ser mismo. Siendo así, la proposición también puede concebirse como la aseveración de que el objeto referido no es un unicornio. Supóngase que lo que llamamos “eso” es un caballo, de modo que la proposición está refiriendo a un caballo. Este, naturalmente, tiene partes, cualidades y propiedades definidas que lo caracterizan, y el tener un cuerno no es propio del caballo. Aquí el lector se preguntará, muy bien, pero ¿qué tiene que ver con la verdad como correspondencia? Que la proposición “eso no es un unicornio” o “el caballo no es un unicornio” es una aseveración vaga sobre un hecho que

²⁸⁰ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, pp. 22 – 23.

simplemente hace una delimitación para excluir algo que no le corresponde al hecho u objeto referido.²⁸¹

De este modo, entiéndase “A” como “eso”, a “u” como unicornio, y al resto de las letras minúsculas como los elementos y las partes de “A”.

$$A = [\{a \vee b \vee c \vee n \dots\} \wedge \neg u]$$

II. Negación de la existencia

La proposición “no existen los unicornios” o los “unicornios no existen” puede parecer más difícil de explicar que la anterior clase de negación, puesto que lo que se está negando no es una propiedad o, una parte o, la forma de ser de una cosa, sino que lo que se está negando es la existencia misma de la cosa o hecho en cuestión. Entonces, ¿cómo puede ser el caso que una proposición que niegue la existencia de un hecho pueda ser verdadera?, ¿a qué corresponde?

La solución aparece cuando se pregunta qué se quiere decir cuando se afirma que algo existe o que no existe. Sorprendentemente, la respuesta es simple y, tal vez, incluso evidente. Esta es que hay algo. Pero luego se puede hacer una pregunta, quizá aún más crucial, pues si se asevera que hay algo, se tendrá que presuponer que hay un espacio o lugar donde hay ese algo, entonces ¿cuál es el lugar en el que existe ese algo? Las cosas existen en la realidad o en el mundo, pero también en la ficción. Por ejemplo, los números existen en las matemáticas;²⁸² Don Quijote existe en la literatura de Miguel de Cervantes; los unicornios existen en los cuentos infantiles; pero los seres humanos, los animales, los planetas y las estrellas existen en la realidad. Entonces, ¿a qué lugar se refiere cuando se afirma que los unicornios no existen? O ¿dónde no existen los unicornios? En la realidad, pues se está refiriendo al mundo. Por lo tanto, la solución a la negación existencial es similar a la solución de la negación de la forma de ser de un objeto o hecho. Siendo así, una negación existencial debe ser entendida como una aseveración sumamente vaga del mundo (en el

²⁸¹ Daniel Brauer, “El secreto de la negación: investigaciones epistemológicas acerca de las formas negativas del discurso y de la acción” en *Revista de filosofía y teoría política*, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, N° 30, 1993, pp. 4-57, http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.2423/p.r.2423.pdf, pp. 18 – 20.

²⁸² Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, pp. 91 – 92.

que no se afirma ningún elemento en particular), pero sí se hace una delimitación o recorte (más o menos) específico.²⁸³

Defínase al mundo como al conjunto total de hechos y/o estados de cosas.

Entiéndase a “M” como mundo, a “u” como unicornio, y al resto de las letras minúsculas como los elementos (hechos y cosas) del conjunto “M”.

$$M = [\{a \vee b \vee c \vee n \dots\} \wedge \neg u]$$

De este modo, la expresión anterior, en caso de ser verdadera, guardaría correspondencia con los hechos. Sin embargo, no es el caso que el mundo como totalidad sea empíricamente verificable. Por ello, convendría substituir a “M” (mundo) por Mc (mundo conocido). De esta manera se estaría refiriendo a la sección del mundo a la que se ha accedido.

III. Negación de la posibilidad

El introducir el término de posibilidad complejiza el análisis porque dicho concepto puede presentarse de varias maneras.

Para empezar, cuando se afirma que algo no es posible no solamente se asevera que algo no existe o que no es de tal forma, sino que ni siquiera podría existir o ser de tal forma dado que lo posible es algo racionalmente pensable; por ello, (a veces) ni siquiera tiene sentido afirmar lo imposible (salvo para delimitar lo que sí es posible), por ejemplo, “El triángulo de dos lados es una figura geométrica” es algo que se puede enunciar, pero no concebir. Siendo así, la posibilidad está más asociada a lo lógico que a lo fáctico. Aun así, esto no significa que el término no sea aplicable a los hechos o a los objetos del mundo o inclusive al mundo mismo. Esto es porque si se obtiene información sobre determinados hechos o estados de cosas, se conocerán algunas propiedades de estos, que tienen ciertas características en concreto que las hacen acreedores de ciertas posibilidades e imposibilidades. Por ejemplo, considérese la siguiente proposición:

- i. No es posible que al arrojar un dado de seis caras en donde cada cara está enumerada con un solo y distinto número del 1 al 6 caiga un número mayor a 6.

²⁸³ Entrevistada a Claudio Alberto Caballero Bosch, Daniel Eduardo Jiménez González, Guadalajara, 2023.

La proposición *i* es verdadera porque un dado regular solo tiene 6 caras, en consecuencia, es imposible que caiga un número mayor a 6, sin embargo, ¿cómo encaja esto con la teoría de correspondencia? Por la misma razón por la que la proposición “eso no es un unicornio” es verdadera. La proposición *i* es una aseveración vaga sobre las posibilidades de un dado en la que se excluye a modo de delimitación la posibilidad de que caiga cualquier número mayor a 6.

$$D = [\{1 \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6\} \wedge \neg N > 6]$$

Por otro lado, si se aseverase

ii. Es posible que al arrojar un dado regular no caiga 6,

sería verdadero porque al enunciar que es posible que no caiga 6 se estaría afirmando de manera vaga las otras posibilidades que tiene el dado, y no por ello se está negando la posibilidad de que el dado caiga 6.²⁸⁴

Respecto a las negaciones de la posibilidad existencial, aplica la misma lógica que con los anteriores ejemplos, solo que en este caso lo que se hace es delimitar las posibilidades del mundo conocido excluyendo ciertas “posibilidades”. Por ejemplo: la proposición

iii. No es posible que el éter exista,

no se limita a negar la existencia del éter, sino que niega que siquiera pudiese existir, pero ello lo hace dirigiéndose a las razones que harían posible o imposible tal hecho. Es sabido que el éter era concebido como el campo por el que se desplaza la luz y, de ser esto cierto, una condición necesaria sería que la luz debería desplazarse más rápido en unas direcciones que en otras, dependiendo de si la corriente del éter estuviese a favor o en contra; sin embargo, tras el experimento de Michelson y Morley se comprobó que la luz siempre viaja a la misma velocidad. Por lo tanto, no es posible que el éter exista dentro de los parámetros del mundo conocido.

IV. Negación de la probabilidad

La probabilidad parece estar emparentada con la posibilidad, pero no son idénticas. Lo mismo aplica para la imposibilidad y la improbabilidad. Por ejemplo, aquello que es improbable no es necesariamente imposible, pues puede ser simplemente algo poco probable, y todo aquello que es

²⁸⁴ Lo que sí se niega es que necesariamente caerá 6.

al menos mínimamente probable es posible. Lo probable e improbable está dentro del margen de la posibilidad. Además, el concepto de probabilidad está naturalmente ligado a las matemáticas. Por ello, cuando se enuncia que algo es probable significa que hay un número mayor a la mitad de los escenarios posibles de que ese algo suceda o sea de tal forma, en cambio, cuando se dice que algo es improbable significa que el número de escenarios posibles es menor a la mitad, o, dicho de otra manera, $N < 50\%$.

Ahora bien, algo que no es probable, es decir, que es improbable, puede ser o imposible, o poco probable. Pero para la siguiente proposición centrémonos en poco probable.

- a. No es probable que al arrojar un dado regular caiga 6.

La proposición “a” es claramente verdadera porque la probabilidad de que caiga 6 es de $1/6$. Y haciendo uso de la lógica empleada hasta el momento, dicha proposición debe ser entendida como la afirmación vaga de que, dado a las características propias del dado, es más probable que caiga otro número.

3.2. El realismo científico crítico de Niiniluoto

Ilkka Niiniluoto es un filósofo contemporáneo de origen finlandés cuya filosofía ha sido fuertemente influida por Karl Popper y Hilary Putnam. No obstante, a diferencia de Putnam, Niiniluoto ha permanecido del lado del realismo, pero no de cualquier realismo ingenuo y radical, sino del llamado realismo científico crítico (RCC).

Según Niiniluoto, el RCC defiende las siguientes tesis:

R0) At least part of reality is ontologically independent of human minds.

R1) Truth is a semantical relation between language and reality. Its meaning is given by a modern (Tarskian) version of the correspondence theory, and its best indicator is given by systematic enquiry using the methods of science.

R2) The concepts of truth and falsity are in principle applicable to all linguistic products of scientific enquiry, including observation reports, laws, and theories. In particular, claims about the existence of theoretical entities have a truth value.

R3) Truth (together with some other epistemic utilities) is an essential aim of science.

R4) Truth is not easily accessible or recognizable, and even our best theories can fail to be true. Nevertheless, it is possible to approach the truth, and to make rational assessments of such cognitive progress.

R5) The best explanation for the practical success of science is the assumption that scientific theories in fact are approximately true or sufficiently close to the truth in the relevant respects. Hence, it is rational to believe that the use of the self-corrective methods of science in the long run has been, and will be, progressive in the cognitive sense.²⁸⁵

Niiniluoto reconoce que, aparte de él, han sido varios los filósofos que han defendido al RCC. Entre ellos, Friedrich Engels, Charles Peirce, Karl Popper, Mario Bunge y Wilfrid Sellars.²⁸⁶ Además, también podría añadirse a Antonio Diéguez y a Gustavo Esteban Romero.

Cabe resaltar que los anteriores autores tienen en común una posición falibilista de la epistemología, es decir, aquella postura que sostiene que las hipótesis y las teorías científicas pueden fallar, pueden ser falsas y por ello, están sujetas a la corrección. No obstante, ello no implica ningún problema para el RCC por dos razones. Primero, porque el realismo no está comprometido con la verdad de ninguna hipótesis o teoría; y segundo, dicho realismo no parte de una teoría de la verdad como correspondencia fuerte, sino más bien de una verdad aproximada o, en el caso de Niiniluoto, parte del concepto de verosimilitud. De modo que una teoría, o hipótesis, o proposición dentro de un esquema conceptual es verosímil si y solo si guarda cierta similitud con algún o algunos hechos del mundo,²⁸⁷ por lo que, verdad más similitud es igual a verosimilitud.²⁸⁸

No está de más señalar que hay una diferencia relevante entre el concepto de verosimilitud y el de verdad aproximada, pues si bien ambos términos implican algún grado de acercamiento a la verdad, el concepto de verosimilitud tiene un requisito adicional, que las teorías sean informativas.²⁸⁹

²⁸⁵ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, OXFORD University Press, New York, 2002, p. 10.

²⁸⁶ *Ibidem*, p. 13.

²⁸⁷ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 206.

²⁸⁸ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, p. 68.

²⁸⁹ Ilkka Niiniluoto, "Escepticismo, falibilismo y verosimilitud" en *Contrastes. Revista internacional de filosofía*, Universidad de Málaga, Málaga, N^o Extra 3, 1998, pp. 125 – 126.

Considerando un valor de verdad entre 1 y 0, “el grado $AT(h,T)$ de verdad aproximada de [el enunciado] h con respecto a [el objetivo, que es la verdad total del estado de cosas] T tiene un valor máximo de 1 si h viene implicada por la verdad T : $AT(h,T) = 1$ si y solo si h es verdadera”.²⁹⁰

Por otro lado, el grado de verosimilitud “ $VS(h,T) = 1$ si y sólo si h es la verdad total T ”.²⁹¹

En 1960 Popper definió a la verosimilitud (*truthlikeness or verosimilitude*)²⁹² como aquella en la que una “teoría A es verosímil (*truthlike*) si y solo si su coincidencia con la verdad total T es relativamente amplia, es decir, A comete tan pocos errores de falsedad y errores de ignorancia como sea posible”.²⁹³

Es importante señalar que para que un enunciado sea informativo debe ser falible, puesto que a pesar de que una tautología tiene el máximo grado de aproximación a la verdad, no es verosímil, dado que no es informativa. De hecho, Niiniluoto llama a los enunciados tautológicos afirmaciones verdaderas débiles.²⁹⁴ Por ello, incluso un enunciado falible con un bajo grado de verdad aproximada tiene un mayor grado de verosimilitud, pues no comete errores de ignorancia. Por ejemplo, compárense las siguientes proposiciones considerando que T es “lloverá, granizará y habrá rayos a las 5 de la tarde”.

- a) Llovera o no lloverá.
- b) Lloverá, pero no granizará ni habrá rayos a las 5 de la tarde.
- c) Llovera y granizará a las 5 de la tarde.
- d) Llovera, granizará y caerán rayos a las 5 de la tarde.

La proposición a es una disyunción tautológica cuya verdad es trivial. Por lo tanto, pese a que por cuestiones lógicas es un enunciado verdadero, no es informativo y, por lo tanto, no es verosímil. Por otro lado, el enunciado b, aunque tiene errores de falsedad, puesto que es falso que no granizará ni habrá rayos, es altamente informativo porque considera los tres conjuntos, siendo su grado de verosimilitud $VS(b,T) = 0.333\dots$ (o en fracciones $1/3$). La proposición c también es verosímil e incluso es más próxima a la verdad que b, siendo su valor de $0.666\dots$ ($2/3$). Sin embargo, es menos

²⁹⁰ *Idem.*

²⁹¹ *Ibidem*, p. 125.

²⁹² *Ibidem*, p. 121.

²⁹³ *Ibidem*, p. 125.

²⁹⁴ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, p. 74.

informativa que b porque no contempla si habrá rayos. Finalmente, la última proposición, d, además de tener el máximo grado de verdad aproximada, también tiene el máximo grado de verosimilitud porque no comete errores de falsedad ni de ignorancia, siendo su valor de $VS(d,T) = 1$.

Ahora bien, el problema surge cuando T es desconocido, cosa que habitualmente sucede, si no es que siempre; por ello, no es sencillo medir el grado de verosimilitud, es decir, la distancia entre h y T . No obstante, Niiniluoto sostiene que “los grados de verosimilitud pueden ser estimados mediante su valor esperado si se define sobre los estados relevantes de cosas una distribución de probabilidad epistémica racional. Si una de las hipótesis informativas resulta tener una alta probabilidad, tendrá también el grado mayor de verosimilitud esperada”.²⁹⁵

Aquí hay algunos detalles que no deben pasarse por alto. Para empezar, además de los enunciados aproximados a la verdad, la relevancia tiene un papel importante en la verosimilitud, pues es indispensable tener en cuenta qué factores son necesarios para resolver los problemas cognitivos de T y qué elementos son simplemente superfluos.

Por ejemplo, tomando en cuenta que T es “Jorge mide 100 cm” considérense los siguientes enunciados.

- a) Jorge mide 90 cm.
- b) Jorge mide 40 cm.
- c) Jorge mide menos que el Monte Everest.

La proposición a tiene un valor de verdad de 0.9, siendo así, es aproximadamente verdadera. En cambio, la proposición b tiene un valor de verdad de 0.4. Finalmente, la proposición c tiene un valor de 1. No obstante, a pesar de tener el máximo grado de verdad posible, la proposición c es irrelevante, puesto que no proporciona información lo suficientemente precisa para ser útil en la escala pertinente. De tal modo, b, pese a tener un menor grado de verdad, es mucho más relevante que c.²⁹⁶

Tras esto, es importante resaltar que el concepto de verosimilitud, a diferencia del concepto de verdad, no se limita a una mera noción semántica, sino que está sujeto a contextos pragmáticos y

²⁹⁵ Ilkka Niiniluoto, “Escepticismo, falibilismo y verosimilitud”, p. 126.

²⁹⁶ Gustavo E. Romero, *Scientific philosophy*, pp. 24 – 25.

metodológicos. Siendo así, una proposición o hipótesis es verosímil dentro de un marco conceptual cuyo interés es resolver un problema cognitivo específico.²⁹⁷

Según Niiniluoto, desde un punto de vista epistemológico el RCC puede encontrar cierta inspiración en el kantismo en el sentido de que los fenómenos kantianos pueden ser interpretados como un conocimiento parcial y aproximado de las cosas tal como son en sí mismas.²⁹⁸ Además, el conocimiento humano está cargado de categorías del entendimiento o, dicho de otra manera, de marcos conceptuales que le dan orden y estructura a las intuiciones sensibles. A partir de aquí se tiene que aclarar que, bajo una lectura tradicional e idealista de Kant, se hablaría de una brecha insuperable entre el conocimiento fenoménico y categorial con respecto a cómo son realmente las cosas, siendo estas, en último término, incognoscibles. No obstante, el RCC no reconoce la noción de fenómeno en este sentido, ni tampoco considera correcta la afirmación de que el conocimiento del noumeno, es decir, de la cosa en sí, sea imposible.²⁹⁹ De acuerdo con Niiniluoto, esta división entre lo fenoménico y lo nouménico se debe a la falacia de todo o nada. Esta falacia consiste en que como no se puede conocer a los objetos del mundo de manera completa y pura, entonces no se les puede conocer en lo absoluto.³⁰⁰ Sin embargo, Niiniluoto enfatiza que hay un par de aspectos que hacen plausible al RCC y no al idealismo kantiano.

El primero es que hay una relación causal entre el objeto real y el sujeto cognoscente.³⁰¹ Si bien es cierto que la percepción sensorial por sí sola no es suficiente, cuando menos no siempre, para

²⁹⁷ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, pp. 77 – 78.

²⁹⁸ Ciertamente la interpretación de Niiniluoto no es ortodoxa, aunque hay que aclarar que tampoco pretende serlo. Él simplemente busca marcar distancia y destacar matices.

Además, según la RAE, la inspiración es el “estímulo que anima la labor creadora en el arte o la ciencia”. Siendo así, la inspiración no equivale al concepto de interpretar: “explicar o declarar el sentido de algo, y principalmente el de un texto”. Podemos, por ejemplo, pensar en la filosofía de Platón con respecto a la filosofía de Aristóteles. Pocos (o nadie) serían capaces de negar que la filosofía de Aristóteles fue inspirada en gran medida por la filosofía de su maestro, Platón. Sin embargo, de aquí no se sigue que las interpretaciones de Aristóteles no difieran de las de Platón, (pues no en pocas ocasiones contrarió a su maestro) ni tampoco que ciertos términos no deban entenderse de forma diferente.

Por otro lado, muchos autores influidos por el kantismo han relativizado y psicologizado la epistemología kantiana (p. ej., Piaget, Köhler o los gestaltistas Wertheimer, Koffka, etc.). En el propio Kant prevalece esta ambigüedad entre una interpretación lógica (ver el conocimiento a priori como independiente de la experiencia) y una psicológica de su filosofía (ver el conocimiento a priori como anterior a la experiencia). La segunda ha sido más productiva en ciencia.

²⁹⁹ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, p. 91.

³⁰⁰ *Ibidem*, p. 93.

³⁰¹ *Ibidem*, p. 94.

aprender a las cosas tal como son. Por ejemplo, cuando se sumerge a una cuchara en un vaso con agua y esta parece doblarse, entonces se obtiene una imagen distorsionada de la realidad, una ilusión. No obstante, si además de los sentidos se emplea la razón y ciertas teorías científicas pertinentes como, por ejemplo, la óptica, se sabrá que es la refracción de la luz lo que genera esa apariencia doblada, pero también se sabrá que este fenómeno sensorial obedece a relaciones causales entre los ojos, la luz y la cuchara, etcétera.³⁰²

El segundo es que el conocimiento es un proceso social de una comunidad de investigadores.³⁰³ En estas comunidades hay debates, discusiones y consensos sobre qué entidades y teorías son correctas o no. Y por supuesto, estos juicios pueden cambiar a través del tiempo, de modo que no hay conocimientos universales y necesarios, sino explicaciones aproximadamente verdaderas, pero falibles. Esto es posible, si se reconoce que ni siquiera las categorías son fijas, sino que pueden cambiar a través de la historia³⁰⁴ e inclusive, en algunas ocasiones, pueden convivir con esquemas conceptuales opuestos de manera simultánea.³⁰⁵

Por otro lado, Niiniluoto le concede a Kant que los fenómenos contienen algo más que los nouómenos, esto es, intuiciones espaciotemporales y propiedades categoriales proporcionadas por la mente humana y no por el mundo.³⁰⁶

Alguien podría cuestionar si no es esto una multiplicación de los entes, pues se requería que existiera lo real y ahora se requiere que exista una relación causal. A esto se tendría que responder que no. El RCC sostiene en "R0) At least part of reality is ontologically independent of human minds".

Las relaciones causales, incluso las relaciones causales entre los objetos reales y el sujeto cognoscente son parte de esa realidad objetiva. Ahora bien, el hecho de que las relaciones causales sean objetivas no implica que las interpretaciones del sujeto cognoscente sobre dichas relaciones siempre sean correctas. El punto de Niiniluoto es que las relaciones causales son lo que posibilitan el acceso cognitivo del sujeto al mundo. Por otro lado, hay que reconocer que dicho acceso se vería problematizado, si se estuviese dentro de una simulación. Las relaciones causales seguirían existiendo, pero sería difícil interpretarlas adecuadamente.

³⁰² *Ibidem*, p. 93.

³⁰³ *Ibidem*, p. 94.

³⁰⁴ *Ibidem*, p. 91.

³⁰⁵ Desde luego que algunas lecturas ortodoxas de Kant nunca admitirían que las categorías del entendimiento estén sujetas al cambio, dado su carácter a priori. Estas categorías constituyen una condición trascendental del conocimiento para cualquier ciencia. No obstante, esto no implica que los conceptos desarrollados por las ciencias fácticas sean inmutables. Por el contrario, estos conceptos al estar vinculados con la experiencia empírica (que no es universal ni necesaria), sí pueden modificarse.

De hecho, el mismo Kant reconoce en la CRP que sus doce categorías propuestas son conceptos puros originarios y primitivos de los que pueden derivarse otros conceptos puros. Por ejemplo, de la categoría de causalidad pueden derivarse categorías como fuerza, acción y pasión. Estos tres son, ciertamente, conceptos científicos que han evolucionado en la historia de las ciencias.

³⁰⁶ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, p. 92.

Con base en lo anterior, toda teoría y toda proposición habida y por haber en la ciencia debe estar sujeta a la relatividad conceptual. ¿Esto significa que es imposible referir a hechos objetivos? Claro que no. Lo que Niiniluoto afirma es que en la búsqueda del conocimiento los seres humanos dan el primer paso al enunciar ciertas proposiciones partiendo de un determinado marco conceptual que, en caso de ser adecuado, dotará al mundo de una estructura conceptual, de propiedades y de objetos, pero es el mundo el que da el segundo paso y, sin duda, el más decisivo al determinar cuáles proposiciones son verosímiles y cuáles no. Además, el hecho de que el mundo carezca de estructura (ontológica) intrínseca, salvo por una estructura espaciotemporal y causal que en ocasiones Niiniluoto le reconoce,³⁰⁷ da cabida a que múltiples lenguajes sean capaces de representar al mundo, o al menos, a un fragmento del mundo relativo a una estructura conceptual (WL). Por ende, no hay un lenguaje privilegiado que dé lugar al Ojo de Dios.³⁰⁸

Por supuesto, es evidente que este conocimiento no es absoluto y por ello es susceptible de correcciones, pero entonces ¿cómo saber que una proposición tiene un mayor grado de verosimilitud respecto a otra? Para ello, Niiniluoto rescata la noción de progreso entendido como la meta de la ciencia por conocer lo que por ahora es desconocido, es decir, la meta de la ciencia es la verdad. Luego distingue entre metas accesibles, metas inaccesibles y metas utópicas. “Una meta puede ser accesible (alcanzable en un número finito de pasos en tiempo finito) o inaccesible (inalcanzable en un número finito de pasos en tiempo finito). Por otra parte, una meta es utópica cuando es inalcanzable y ni siquiera se la puede aproximar”.³⁰⁹ La verdad que busca la ciencia es la del segundo tipo de meta porque, si bien jamás se podrá alcanzar una verdad absoluta, ello no significa que no se le pueda acercar. Pero aquí es donde cabría preguntarse, ¿cómo es posible que se le pueda acercar cuando se desconoce exactamente dónde está la meta, es decir, cuando se desconoce la verdad? Supóngase que hay dos teorías rivales que parten de dos esquemas conceptuales diferentes. Cada teoría tendrá su propio conjunto de proposiciones que se arrojarán al mundo y este responderá proporcionando evidencia a favor o en contra siendo que la teoría que sea mayormente respaldada por la evidencia tendrá un mayor grado de verosimilitud dentro de su sistema de lenguaje, y hago énfasis que dentro del sistema de lenguaje porque la verdad no es una

³⁰⁷ Sergio Barrera Rodríguez, *Realismo científico y epistemología de las ciencias*, Nullius in verba, Bogotá, 2020, p. 109.

³⁰⁸ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, pp. 217 – 222.

³⁰⁹ *Ibidem*, p. 212.

propiedad de la realidad, sino del lenguaje en relación con el mundo (en caso de ser adecuado). Dicho esto, es importante señalar que para el RCC el progreso es más que una mera confirmación empírica, pues también implica teorías cognitivamente más exitosas, verosímiles y explicativas.³¹⁰ Por ello, tal como quedó expuesto en el apartado de la infradeterminación de las teorías, la evidencia puede cambiar o aumentar, y tras ello puede ser que una teoría que en principio tenía un grado alto de verosimilitud deje de tenerlo, o que una teoría que tenía un grado bajo o nulo de verosimilitud ahora tenga un grado alto.

Podemos equivocarnos al afirmar la existencia de ciertos hechos, pero no podemos equivocarnos al afirmar el hecho de que efectivamente hay hechos en el mundo.³¹¹ Además, la historia parece favorecer la idea de que la tendencia de la ciencia es el progreso, puesto que conforme pasa el tiempo las teorías e hipótesis científicas han mostrado ser cada vez cognitivamente más exitosas, verosímiles y explicativas. Por ejemplo, compárese al modelo astronómico de Eudoxo con el modelo tolemaico, o el modelo tolemaico con el copernicano. También compárese la teoría atómica de Demócrito y Leucipo con la teoría de Dalton, y luego compárese el atomismo de Dalton con la teoría de la mecánica cuántica.

³¹⁰ Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, p. 201.

³¹¹ Un antirrealista metafísico podría llegar al extremo de dudar de que los hechos de nuestra experiencia y de la ciencia sean reales. Por ejemplo, podría plantear la hipótesis de la simulación. Sin embargo, pese a que dicha hipótesis no se deba (y probablemente tampoco se pueda) descartar, el realismo no queda indefenso ante ella, pues no es el escenario más probable tomando en cuenta el principio de parsimonia (no multiplicarás los entes sin necesidad).

La hipótesis de la simulación multiplica a los entes porque asume que existe la simulación en la que se está atrapado. Además, presupone que existe una realidad cognitivamente inaccesible. Y eso suponiendo que la simulación no se encuentre dentro de otra simulación. En cambio, el realismo es una explicación más simple, pues solo sostiene la existencia de la realidad. Además, hay varios argumentos que también concluyen que la hipótesis de la simulación es poco probable. Por dar algunos ejemplos:

1. El argumento de la complejidad oculta de Frank Wilczek

Wilczek afirma que las leyes del Universo tienen una complejidad oculta que no se utiliza para nada. Pero esto sería innecesario y extraño en una simulación. Por lo tanto, es improbable que el universo sea una simulación.

2. El Cerebro de Boltzmann

Este no es propiamente un argumento a favor del realismo, pero puede ser igualmente útil. De acuerdo con Boltzmann, es físicamente posible que el universo se organice en tan sólo un cerebro. Este cerebro sería consciente y tendría recuerdos que lo harían creer que habita en una realidad exterior. No obstante, de acuerdo con las mismas leyes físicas que hacen que tal escenario sea posible, las probabilidades de que surja dicha entidad son de tan solo 1 entre $10^{50^{50}}$. Por lo tanto, es sumamente improbable que esto ocurra.

Por último, pese a la relevancia de la hipótesis de la simulación, el motivo por el que no se mencionó anteriormente se debe a que es un problema cuya discusión es más pertinente en el realismo genérico o metafísico que en el científico y, por ello, excede el alcance o la pertinencia de esta investigación.

Para terminar, Niiniluoto propone un par de fórmulas con las que pretende definir el concepto de progreso absoluto y el de progreso estimado en relación con la evidencia. Para la primera definición se apoya en el concepto de verosimilitud (Tr), y para la segunda se apoya en el concepto de verosimilitud estimada (ver).³¹²

Definición 1:

El paso de la teoría T a la teoría T' es progresivo si y solo si $Tr(T, h^)$.*³¹³

Es importante señalar que en esta fórmula y en la siguiente, las letras T y h no significan lo mismo que en las páginas anteriores. En esta definición T y T' son teorías rivales relativas al objetivo h^* y al problema cognitivo en el que T' ha avanzado.

Definición 2:

*El paso de una teoría T a una teoría T' parece ser progresivo para la evidencia e si y solo si $ver(T/e)$.*³¹⁴

Esta fórmula afirma que se cuenta con razones para sostener que una teoría ha logrado aventajar a una teoría rival, pues va más acorde con la evidencia disponible hasta el momento.

Por lo tanto, si bien esta propuesta no garantiza un conocimiento absoluto del mundo, sí nos brinda buenas razones para aceptar que este dinamismo entre el lenguaje y el mundo proporciona un conocimiento aproximadamente verdadero y verosímil, cumpliéndose así todos los compromisos del realismo fuerte de Diéguez y sin dejar de ser un realismo moderado que consigue defenderse de las críticas antirrealistas más feroces.

3.3. Bases para un realismo científico estructural

No cabe duda de que el RCC de Niiniluoto ha proporcionado herramientas convincentes para aceptar la relatividad conceptual y defender la verdad como correspondencia a la vez. Esto lo ha conseguido por medio de conceptos clave como verdad aproximada y verosimilitud. Conceptos

³¹² Ilkka Niiniluoto, *Critical scientific realism*, p. 201.

³¹³ *Idem*.

³¹⁴ *Ibidem*, p. 202.

que moderan el alcance de la verdad y que reconocen la falibilidad del conocimiento científico, pero sin que ello implique un estancamiento epistemológico, pues la ciencia avanza de manera progresiva, aunque no siempre lineal, hacia la verdad, la cual debe ser entendida en último término como un ideal regulador. No obstante, hay razones para pensar que el RCC de Niiniluoto no está libre de postulados cuestionables.

En primer lugar, ¿cómo es posible que pueda haber esquemas conceptuales con proposiciones verosímiles, si es el caso que el mundo carece de estructura intrínseca? Es decir, si el mundo o una WL carece de estructura propia, no se podría decir que ningún sistema de lenguaje pudiese serle verosímil, dado que carece de algo con lo que pudiese establecerse dicha similitud. Además, si bien es el mundo el que decide cuál esquema conceptual proporciona proposiciones verosímiles y cuál esquema no, ¿no sería más razonable suponer que es porque el mundo tiene una determinada forma de ser? Una cosa es aceptar que nuestro conocimiento del mundo es relativo a un esquema conceptual con una determinada estructura y otra que nuestros esquemas conceptuales son los que dotan al mundo de estructura. De aceptar lo segundo se caería en un antirrealismo estructural.

Y segundo, es cuestionable aceptar que el mundo tan solo cuenta con una estructura causal, espacial y temporal intrínseca, cuando el estatus de dichas categorías ha estado sujeto a la crítica como cualquier otra pretendida estructura. Por ejemplo, el estatus de la causalidad ha sido cuestionado por David Hume de manera tan contundente que hoy en día no se le puede considerar como una certeza, sino no más bien como un supuesto razonable. Y respecto al espacio y al tiempo, bien podrían ser entidades subjetivas, tal como lo han considerado otros pensadores en el pasado como Berkeley y Kant. Siendo así, ¿por qué el espacio y el tiempo tienen ese lugar privilegiado en el mundo de Niiniluoto y no otras categorías? Quizá alguien podría contestar que porque el espacio y el tiempo son los elementos más fundamentales para dar cabida a las condiciones de posibilidad de cualquier ontología. Ahora bien, lo que interesa aquí no es negar la objetividad del espacio y el tiempo ni de la causalidad, sino simplemente señalar que, si no se proporcionan razones lo suficientemente convincentes para incluir o excluir a ciertas estructuras como propias del mundo, entonces no se debería únicamente asumir que la estructura intrínseca de la realidad es meramente espacial, temporal y causal cuando bien podría ser más compleja.

Debido a lo anterior, he comenzado a esbozar una propuesta llamada realismo científico dimensional (RCD) que, a decir verdad, es bastante similar a la propuesta de Niiniluoto y, por ello,

le debe mucho. Sin embargo, tiene diferencias sutiles, pero con consecuencias significativas. Por eso espero que pueda sortear las anteriores objeciones sin caer en otros fallos que el RCC ha sabido evitar.

3.3.1. El realismo científico dimensional

Nuestro conocimiento del mundo está sujeto a la relatividad conceptual, de modo que un sistema de lenguaje exitoso nos muestra de manera parcial y aproximada una dimensión del mundo. Entiéndase como dimensión del mundo (DM) a una manera en particular en la que se da un conjunto determinado de hechos, u objetos, o entidades, o propiedades que se articulan o no en estructuras concretas.

Las dimensiones del mundo que pueden ser parcialmente representadas por un determinado tipo de lenguaje serán llamadas dimensiones accesibles (DA). Ahora bien, el hecho de que podamos representar verosímilmente algunas DM por medio de algunos esquemas conceptuales, siendo estas DA, no implica que todas las DM sean conceptualmente representables (DA), pues bien, algunas DM podrían ser incognoscibles (DI). No obstante, ello no lo podemos saber ni desestimar con certeza. Sin embargo, para salvar al realismo tan solo basta con probar que al menos un esquema conceptual es capaz de mostrar de manera parcial a una DM.

La relación que hay entre los esquemas conceptuales y las DM me parece análoga a la relación que existe entre un objeto y un sujeto al experimentar un color. Por ejemplo, no se puede hablar de la experiencia sensible del rojo sin comprender la importante relación que hay entre el sujeto que experimenta el rojo y el objeto que produce la sensación. Me explico, el color rojo es una propiedad que el sujeto epistémicamente ingenuo le atribuye al objeto; sin embargo, esta propiedad no es del objeto en exclusiva, ni del sujeto en exclusiva, sino que se trata de una propiedad relacional subjetiva de un determinado objeto. Por otro lado, el lector podría afirmar que el color, en este caso el rojo, no es una propiedad intrínseca de ningún objeto en concreto, y que, por tanto, no se estaría cumpliendo el principio de independencia dado que se está hablando de un fenómeno del sujeto y no del mundo. A esto se le tendría que responder que, si bien es cierto que el color no es una propiedad intrínseca, esto no implica que dicha cuestión sea ajena a hechos objetivos, pues

como ya se señaló, el color es una propiedad relacional subjetiva de un objeto (y no de un sujeto), objeto que existe con independencia del sujeto.³¹⁵ Además, es claro que la experiencia subjetiva del color también se debe a una serie de hechos objetivos. Si dos personas experimentan dos colores diferentes de un mismo objeto, ello se debe a un conjunto de hechos objetivos que influyen en la experiencia sensible. Algo similar ocurre con los esquemas conceptuales respecto a una DM. Puesto que es el mundo el que hace posible que ciertos esquemas conceptuales existan y no los esquemas conceptuales los que hacen posible que el mundo exista.

Continuando con la analogía de los sentidos, sabemos que existe la percepción espacial. Dicha percepción nos permite distinguir objetos lejanos de cercanos, objetos pequeños de objetos grandes y, a su vez, objetos lejanos y cercanos de objetos pequeños y grandes. Sin embargo, existen

³¹⁵ Alguien podría señalar que en este ejemplo hay circularidad si lo que se dice es: “El color no es algo meramente subjetivo, pues hay hechos objetivos sobre él” Pero el problema es, precisamente, que todo hecho objetivo del color se determina subjetivamente. Para afirmar con verdad que existe X, se debe conocer que X existe, y todo conocer implica un sujeto cognoscente.

Sin embargo, a esto se podría responder que el argumento no es circular. Además, tiene una estructura diferente a la señalada por el contraargumento.

El argumento del color rojo se podría sintetizar y analizar de la siguiente manera:

1. La experiencia sensible del rojo implica una relación entre el sujeto y el objeto.
2. El color no es una propiedad exclusiva ni del sujeto ni del objeto.
3. El color es una propiedad relacional subjetiva de un objeto.
4. Aunque el color no es una propiedad intrínseca, está relacionado a hechos objetivos.
5. El objeto con la propiedad del color rojo existe con independencia del sujeto.

Por lo tanto, el color rojo es una propiedad relacional subjetiva de un objeto que existe con independencia del sujeto, pero la propiedad referida no es exclusiva ni del sujeto ni del objeto.

El argumento comienza explicando que la experiencia sensible del color, en este caso el rojo, implica una relación entre el sujeto que percibe y el objeto percibido. Luego, en las premisas 2 y 3 se afirma que el rojo no es una propiedad exclusiva ni del sujeto ni del objeto, sino que es una propiedad relacional subjetiva. En otras palabras, tanto lo subjetivo como lo objetivo, si se consideran individualmente, son una condición necesaria para el color, pero no son una condición suficiente, pues se requiere de una conjunción entre ambos para que surja el color. Las premisas 4 y 5 se anticipan a responder una posible objeción: que el color no es una propiedad intrínseca de un objeto y, por lo tanto, se viola el compromiso de independencia. Sin embargo, se responde a esto que, pese a lo anterior, el color sigue siendo una propiedad relacional de un “objeto”, objeto que existe con independencia del sujeto.

Este no es un argumento circular porque la conclusión no se utiliza como una de las premisas, sino que la conclusión se sigue de las premisas. Sin mencionar que el argumento difiere del contrargumento, pues en él se reconoce que tanto el sujeto como el objeto tienen un papel necesario en el color rojo. Sin embargo, se enfatiza que esta propiedad es del objeto. Llegado a este punto, quizá habría que distinguir entre experiencia y propiedad. Pese a que la experiencia del color es subjetiva, las propiedades físicas que causan dicha experiencia, tales como su estructura molecular y su capacidad para absorber y reflejar ciertas longitudes de onda, etc., no dependen de la experiencia del sujeto, pues son objetivas.

Por lo tanto, la subjetividad en la experiencia del color no niega la objetividad de los hechos o propiedades acotados, sino que refleja la manera en que los sujetos interactúan con los objetos del mundo.

ilusiones ópticas que nos hacen tomar a objetos lejanos por objetos cercanos y viceversa, u objetos lejanos por objetos pequeños, o quizá objetos cercanos por objetos grandes y viceversa. Los sentidos no siempre indican adecuadamente la forma, la extensión y la distancia de las cosas. Por ejemplo, se puede pensar en una película en 3D que logra asustar a los espectadores cuando parece que se aproxima un objeto rápidamente hacia ellos. Hace falta un análisis más detallado para percatarse qué ocurre realmente cuando los sentidos confunden, cuando se cae en una ilusión. En este ejemplo de la película en 3D, si se usan otros sentidos como el tacto, bastará para saber que los aparentes objetos que parecen salir de la pantalla no son más que fantasmagorías. Lo mismo ocurre en ocasiones con ciertos esquemas conceptuales a la hora de referir a una DM. Por ejemplo:

Si hacemos uso de la física newtoniana con su respectivo lenguaje, nos resultará sumamente complicado explicar por qué Mercurio no sigue la trayectoria esperada según los cálculos de dicho sistema debido a la precesión del planeta que, por cierto, avanza a un ritmo un poco más rápido que el predicho por Newton. Por ello no extraña que haya habido quienes sostuvieran que debería haber un objeto celeste que afecte gravitacionalmente a la órbita de Mercurio. A este objeto lo llamaron Vulcano e hipotetizaron que era el planeta más cercano al Sol.³¹⁶ Pero grande fue la sorpresa de los físicos del pasado al percatarse que no existe evidencia de ningún cuerpo celeste que afecte la trayectoria de Mercurio.³¹⁷ En contraste, si se hace uso de la física de Einstein con todo y su respectivo lenguaje, no habrá problemas para explicar la trayectoria de Mercurio, dado que, en primer lugar, la física de Einstein incorpora el concepto de espacio-tiempo y afirma que este puede curvarse en cercanía de objetos masivos como, en este caso, el Sol, a diferencia del concepto de espacio newtoniano, que es plano e inmutable. Esa curvatura en el espacio-tiempo es lo que vendría siendo la gravedad. Lo importante en este ejemplo es que Mercurio al estar tan cerca del Sol, específicamente cuando orbita en el punto que le es más próximo a este, llamado perihelio, sufre una distorsión en su trayectoria debido a una mayor curvatura en el espacio-tiempo en comparación de los otros planetas del sistema solar.³¹⁸ Gracias a este abanico conceptual, hoy se puede explicar con un alto grado de exactitud la trayectoria que sigue Mercurio.

³¹⁶ Robert Fontenrose, "In search of Vulcan" en *Journal for the history of astronomy Vol. IV*, SAGE Publishing, s/l, 1973, pp. 145 – 146.

³¹⁷ *Ibidem*, p. 147.

³¹⁸ *Ibidem*, p. 155 – 156.

Por lo tanto, así como distintos sentidos nos proporcionan diferentes datos sobre ciertos objetos del mundo tales como la textura, el olor o, el color, también distintos esquemas conceptuales resultan ser adecuados o más adecuados que otros para representar diferentes DA. Pero ello no significa que todos los esquemas conceptuales son adecuados para representar siquiera a alguna DA.

Tras lo anterior quisiera hacer una precisión más. Tal como lo han señalado múltiples realistas, el hecho de que en ocasiones la realidad se resista a ser conocida, es decir, que el mundo no se moldeé conforme a cada clase de sistema de lenguaje, significa que el mundo no es completamente moldeable, es decir, tiene su propia estructura o en su defecto, tiene su propia forma de ser.

Los esquemas conceptuales exitosos no (necesariamente) tienen que ser el reflejo o copia de la dimensión a la que refieren. Su relación es más parecida a la de una tuerca hexagonal con cualquier herramienta que se usa para apretarla o aflojarla. Para este ejemplo la tuerca será análoga a cualquier dimensión accesible “X”, y las herramientas serán análogas a los esquemas conceptuales. Naturalmente, la tuerca tiene su propia estructura, al igual que las herramientas tienen la suya. Hay herramientas que gracias a su estructura son inadecuadas para aflojar o apretar la tuerca, como, por ejemplo, un martillo o un serrucho. Por otro lado, hay herramientas que son adecuadas para tal tarea como algunas pinzas de punta plana, algunas llaves, o incluso taladros con puntas hexagonales. Estas últimas herramientas no tienen la misma estructura que la tuerca, ni siquiera tienen una estructura similar entre sí, sin embargo, su estructura es adecuada para habérselas con la tuerca, lo que nos dice mucho sobre esta última. De forma similar ocurre con los sistemas de lenguaje en relación con alguna dimensión “X”, es decir, se pueden utilizar múltiples esquemas conceptuales con estructuras distintas y que, sin embargo, son adecuadas gracias a la estructura de la dimensión “X”.³¹⁹

³¹⁹ A partir de lo dicho aquí, algún antirrealista podría argumentar que el realismo aquí discutido es más un realismo ontológico que uno propiamente científico, pues se hace justo la analogía que realizaría un instrumentalista: las teorías no captan la realidad, son herramientas que nos permiten aproximarnos a ella, sin embargo, lo real en sí existe, aunque quede por fuera, en cierta medida, de las teorías científicas. A lo que podría responderse que el hecho de que sólo ciertas herramientas son adecuadas para habérselas con una tuerca (con una estructura propia) dice mucho sobre la estructura de esta última, más aún, si las herramientas utilizadas son muy especializadas. Lo mismo ocurre con los esquemas conceptuales respecto a las DA. Por lo tanto, además de ser un realismo ontológico y estructural, es un realismo epistemológico. Por lo anterior, la acusación de instrumentalismo no se sigue. Además, si las teorías son herramientas que nos permiten aproximarnos a la realidad, entonces captan aproximadamente a la realidad. Y el hecho de que lo real quede por fuera, EN CIERTA MEDIDA, de las teorías científicas, no implica que quede totalmente fuera.

Además, es importante destacar que, entre más específico, detallado o especializado sea un esquema conceptual, en caso de ser exitoso, más informativo será, y por extensión, resultará más verosímil. Lo mismo ocurre con un taladro con punta pentagonal respecto a unas pinzas de punta plana, pues debido a la estructura más especializada de la primera, esta requiere contar con una medida y una forma muy precisa para poder embonar con la tuerca adecuadamente, mientras que la segunda es una herramienta más general. En consecuencia, el taladro, en caso de ser adecuado, proporcionará más información (y, además, más específica y detallada) sobre la tuerca que las pinzas. Por ejemplo, la forma y la medida precisa de la tuerca. Además, dicho taladro resultaría ser una herramienta más adecuada y útil que las pinzas para resolver el problema práctico de atornillar o desatornillar una tuerca (con determinada forma y medida). En el mismo sentido, un esquema conceptual más informativo, en caso de ser adecuado, resolvería más problemas epistémicos y sería más útil para acceder a una DA(X) con mayor profundidad.

Las DM no necesariamente son inconexas, puesto que hay ocasiones en que es necesaria la unión de dos tipos de esquemas conceptuales provenientes de dos ámbitos distintos del saber para explicar un fenómeno, abriendo así un nuevo campo de investigación que requerirá la invención de un nuevo esquema conceptual. Casos de esto los encontramos en la bioquímica, en la psicología social, en la biotecnología o en la fisicoquímica.

Uso la metáfora de dimensión del mundo inspirado en parte por las dimensiones espaciales. Las propiedades de las dimensiones espaciales varían. Me explico, un punto no tiene las mismas propiedades que una línea recta de dos dimensiones, y de igual manera, una línea recta de dos dimensiones no tiene las mismas propiedades que una figura de tres dimensiones espaciales. Además, no todas las geometrías son euclidianas, de modo que podemos concebir espacios de más de tres dimensiones espaciales, los cuales tendrán diferentes propiedades, abriendo paso así a múltiples abanicos de posibilidad. Por ejemplo, con dos dimensiones se puede construir un cuadrado, con tres un cubo y con cuatro un tesseracto. Cabe destacar que estas dimensiones no están inconexas, pueden unirse, manifestando en consecuencia aún más propiedades fascinantes. No obstante, no quiero que se piense que las propiedades de las dimensiones únicamente varían según la escala (y que lo mismo ocurre con las DM) porque, como acabo de explicar, existen geometrías

Llegado a este punto, es importante recordar que el realismo aquí defendido es un realismo científico moderado. Por lo tanto, no sostiene que la ciencia nos dé un conocimiento total y completo de la realidad, sino uno parcial y aproximadamente verdadero.

no euclidianas con diferentes posibilidades en las que podemos encontrar, por dar un ejemplo, espacios (de dos dimensiones o más que resultan ser) curvos en vez de planos. Algo parecido es lo que quiero ilustrar cuando hablo de las DM, pues resulta razonable pensar que hay distintas DM con cualidades diferentes que pueden relacionarse sin que esto implique por necesidad que su relación sea de tipo jerárquica, aunque tampoco hay que descartar, todavía, que pueda haber algunas dimensiones que sí se relacionen en niveles.

Tras esta afirmación, alguien podría argumentar que se podría estar reviviendo al ojo de Dios con todo y sus terribles consecuencias puesto que, si es posible que haya dos DM conectadas que pueden ser representadas por dos esquemas conceptuales diferentes, entonces es posible representar a ambos por medio de un esquema conceptual que resulte de la unión de ambos, a su vez, lo mismo podría ocurrir en caso de que tres DM estén conectadas, o cuatro, o cinco, o todas, llegando así hasta un esquema conceptual que pretenda explicarlo todo. Sin embargo, si se es riguroso, este argumento no tiene cabida porque, en primer lugar, se ha dicho que hay algunas DM que son DA, más no hay certeza de que todas las DM sean DA;³²⁰ por lo tanto, hasta aquí no se puede asegurar indudablemente el RCD revive al ojo de Dios. En segundo lugar, no es el caso que todas las DM se tengan que relacionar o vincular necesariamente. Esto es algo que resulta desconocido, solo es evidente que hay algunas dimensiones que lo hacen. En tercer lugar, y por mucho lo más determinante, el RCD coincide con Niiniluoto en la afirmación de que incluso los esquemas conceptuales exitosos sólo representan de manera parcial o verosímil ciertos aspectos del mundo. Por lo tanto, es imposible revivir al ojo de Dios con estos planteamientos.

³²⁰ Hay que destacar que no se pueden proporcionar ejemplos de DI, pues si se pudiera, entonces no serían DI, puesto que una DI por definición es una dimensión ininteligible y por extensión es inefable, pues no hay ningún esquema conceptual que se pueda ajustar, aunque sea parcialmente a una DI.

Si por ejemplo, alguien se aventurara a decir que los fenómenos relacionados con la materia oscura forman parte de alguna DI, puesto que de estos fenómenos se sabe muy poco y el modelo estándar de la física de partículas no proporciona un conocimiento aproximado sobre ellos, entonces se caería en un gran error, puesto que, si bien es cierto que dichos fenómenos (hasta ahora) no han podido ser explicados a profundidad por ningún esquema conceptual y que, además, el conocimiento de estos resulta ser complicado, esto no implica que formen parte de alguna DI porque, para empezar, no son inefables. Además, puede ser el caso de que haya algunas DM en las que sea más difícil acceder, pero mientras sean accesibles, por más difícil que esto sea, seguirán siendo DA. Por ejemplo, en el caso de la materia oscura, a pesar de que esta no interactúa con la luz, se presume que existe debido a evidencias indirectas basadas, principalmente, en sus efectos gravitacionales.

4. Virtudes y debilidades del realismo científico dimensional (RCD)

4.1. Virtudes

1) La verdad es la mejor explicación

Dado un hecho concreto, si hay para él varias hipótesis explicativas posibles evidencialmente equivalentes, pero una de ellas es claramente la mejor en lo que se refiere a su poder explicativo, es decir, proporciona la explicación más probable, o la más elegante, o la más profunda, o la más simple, o la menos rebuscada, o la que mejor coordinación da de los detalles, o la más comprensiva, o la más coherente con explicaciones anteriores, etc., entonces (en ausencia de otras circunstancias relevantes que pudieran modificar la decisión) parece lógico aceptar esa hipótesis en lugar de las otras.³²¹

La cita anterior es una proposición individual -condicional- que expresa el principio de la inferencia a la mejor explicación. Este principio es, probablemente, el más utilizado para argumentar a favor del realismo. Aunque no es un argumento definitivo por el hecho de ser inductivo, sí es bastante convincente dado que es poco probable que el gran éxito de la ciencia en la elaboración de tecnologías complejas y predicciones precisas no esté de algún modo correlacionado con algún conocimiento al menos aproximadamente verdadero sobre la realidad. De hecho, desde el punto de vista del joven Putnam, si fuese el caso que el realismo fuera falso, el éxito científico sería una coincidencia tan grande que prácticamente sería un milagro.

Visto esto, se puede agregar que el realismo científico que aquí se postula sostiene una versión mesurada de la teoría de la verdad como correspondencia. Luego, la verdad es la mejor explicación del éxito de la ciencia. Por lo tanto, el realismo científico (RC) es la mejor explicación del éxito de la ciencia. Este éxito se refiere a teorías con un mayor poder explicativo y predictivo, así como también a la capacidad de desarrollar tecnologías sofisticadas. A su vez, el conocimiento, especialmente el conocimiento científico, es la mejor explicación de la subsistencia humana, lo que se puede reflejar en el aumento de la población, de la calidad de vida y de la esperanza de vida humana.

³²¹ Antonio Diéguez Lucena, *Realismo científico*, p. 102.

a) El RC es la mejor explicación del conocimiento científico y de la tecnología compleja

Esta afirmación se puede apoyar con el argumento de la práctica experimental. Dicho argumento sostiene que el realismo debe ser visto más bien como un resultado de la práctica experimental que como un presupuesto de la ciencia.³²² La razón de esto es que la realidad está relacionada con la causalidad. Por ello, decía Hacking que *contamos como real aquello que podemos usar para intervenir en el mundo afectando a otras cosas, o aquello que el mundo puede usar para afectarnos*.³²³

Una versión del argumento podría tomar la siguiente estructura que corresponde a la forma lógica de *modus ponens*.

1. Si la aplicación de los términos teóricos en la práctica experimental afecta al mundo de manera precisa y predecible, entonces probablemente los términos teóricos refieren a objetos reales.
2. Los términos teóricos en la práctica experimental afectan al mundo de manera precisa y predecible.

Por lo tanto, probablemente los términos teóricos refieren a objetos reales.

Por ejemplo, Hacking comparte que un amigo le contó sobre un experimento para detectar cargas eléctricas con valor igual a la fracción de un electrón. Si tenía éxito, entonces demostraría la existencia de unas subpartículas llamadas quarks. Hacking le preguntó cómo variaba la carga de las partículas de niobio. Su amigo le respondió que las rociaba con espray con positrones para aumentar la carga o con electrones para disminuirla. Desde ese día Hacking se convirtió al realismo, pues según dice, si se puede rociar, entonces es real.³²⁴

Engels se opone al antirrealismo por razones similares.

La refutación más concluyente de estas extravagancias filosóficas, como de todas las extravagancias filosóficas, es la práctica, o sea, el experimento y la Industria. Si podemos

³²² *Ibidem*, 93.

³²³ *Ibidem*, 95.

³²⁴ *Ibidem*, pp. 93 – 94.

demostrar con exactitud nuestro modo de concebir un proceso natural reproduciéndolo nosotros mismos, creándolo como resultado de sus mismas condiciones, Y si, además, lo ponemos al servicio de nuestros propios fines, damos al traste con la 'cosa en sí' inaprensible de Kant.³²⁵

b) El RC es la mejor explicación de la supervivencia humana.

El conocimiento, especialmente el conocimiento científico, aumenta las probabilidades de sobrevivir del ser humano. Si la ciencia, los sentidos y las facultades cognitivas del ser humano no proporcionasen un conocimiento lo suficientemente adecuado de la realidad, sería muy complicado explicar la subsistencia del hombre, dado que problemas reales requieren soluciones reales. Dicho de otra manera, los seres humanos no sobrevivirían, si no contaran con los suficientes conocimientos o creencias verdaderas sobre sí mismos y sobre su entorno. Por ejemplo:

Hay hongos comestibles como los champiñones y hay hongos venenosos como la *amanita phalloide*, comúnmente llamado hongo de la muerte. Si una persona come un hongo comestible (un champiñón), se nutrirá, pero si una persona come un hongo venenoso, morirá. Una persona (no suicida) que sepa o, en su defecto, crea que un champiñón es comestible y que la *amanita phalloide* es venenosa, tendrá más probabilidades de sobrevivir que una persona que, en cambio, crea que un champiñón es venenoso y que la *amanita phalloide* es comestible.

³²⁵ *Ibidem*, 95.

Tras esto, alguien podría hacer los siguientes cuestionamientos: 1) ¿no es esto mover el punto? Si el criterio es la practicada, en efecto, el realismo se sostiene. Pero, ¿por qué la práctica debería ser el criterio filosófico? 2) ¿Por qué no, por ejemplo, una explicación puramente teórica que diera cuenta del éxito de la ciencia, como lo intentó Kant? El punto, en realidad, siempre fue dar una explicación del éxito, y como tal, esto no puede ser un criterio pues es lo que se busca explicar. 3) ¿Es esto, en verdad, una extravagancia filosófica? 4) ¿No podría ser una verdadera curiosidad explicativa lo que nos lleve a estos planteamientos?

Siguiendo el mismo orden numérico, a estos cuestionamientos se les podría responder:

1) Simplemente porque funciona.

2) ¿Por qué no los dos? La idea de tener que escoger entre la teoría o la práctica experimental quizá podría ser una falacia de falso dilema. La práctica experimental y la teoría no son mutuamente excluyentes, sino que se complementan tanto en la ciencia como en el realismo científico.

3 y 4) Me parece que por "extravagancia filosófica" se entiende que el concepto de "cosa en sí", entendido como objeto inaprensible, podría ser desmesurado bajo ciertos puntos de vista como el de Engels.

Ciertamente, yo no hubiese usado ese adjetivo, ni tampoco pretendo negar la legitimidad que hay detrás de tales planteamientos. Sin embargo, vales la pena considerar a la cita porque cumple su objetivo; ser un ejemplo conciso del argumento de la práctica experimental. Nada más.

Imaginemos que por azares del destino se le cumple a un trío de exploradores el sueño de todo *boy scout*, perderse en el bosque. Cada uno de ellos se encuentra solo y han caminado durante un par de días sin comer ni un bocado, por lo que están hambrientos. Sin embargo, llegado a un punto, todos se topan con un par de hongos. El primero mide aproximadamente dieciséis cm de alto, es blanco en general, pero tiene una coloración verdosa o amarillenta en el sombrero. Se trata de la *amanita phalloide*. El segundo es un hongo que mide ocho cm de alto y su color es blanco grisáceo. Se trata de un champiñón.

El explorador número 1 tiene la creencia falsa de que el primer hongo es comestible y que el segundo es venenoso. Por ello, decide comerse al primero. Siendo así, su probabilidad de morir por el hongo es muy alta.

El explorador número 2 tiene la creencia verdadera o sabe que el primer hongo es venenoso y que el segundo es comestible. Por ello, decide comerse al segundo. Siendo así, su probabilidad de morir por el hongo es muy inferior a la del explorador número 1.

El explorador número 3 no sabe nada de hongos, pero tiene tanta hambre que decide comer uno al azar. Por lo tanto, su probabilidad de morir por el hongo es menor que la del explorador número 1 y mayor que la del explorador número dos.

Evidentemente, esta ilustración es una simplificación de la realidad; sin embargo, el objetivo es mostrar que los seres humanos que tienen los suficientes conocimientos, o creencias verdaderas, tienen más probabilidad de sobrevivir que aquellos que se encuentran en la ignorancia o que tienen creencias falsas.

Ahora bien, un ejemplo más patente en nuestra época es el caso real que existe entre las personas que optan por vacunarse y por las que deciden no hacerlo y que, en cambio, prefieren recurrir a remedios pseudocientíficos tales como la homeopatía, el dióxido de cloro o, como fue el caso de algunos sudafricanos, el agua milagrosa. Nuevamente, para fines de prácticos podemos dividir a las personas en tres grupos: 1) las personas que creen que las vacunas son perjudiciales para la salud y que, en cambio, consideran que alguna de las opciones pseudocientíficas anteriormente enunciadas son benéficas para la salud; 2) las personas que, en contraste, consideran que las vacunas (que están respaldadas por la investigación científica) son, por lo general, buenas para la salud y que desconfían de las alternativas pseudocientíficas; y 3) el grupo de personas al que las

vacunas y los remedios pseudocientíficos los tienen sin cuidado y que, por ende, son susceptibles a optar por ambas opciones o por ninguna en particular.

Las personas que pertenecen al grupo 1 tienen la creencia falsa de que las vacunas son por regla general perjudiciales para la salud, perdiendo así el beneficio de ser protegidos por estas; además, tienen la creencia falsa de que la homeopatía, el dióxido de cloro o el agua milagrosa mejorará o protegerá su salud, cuando está documentado que en el mejor de los casos no obtendrán ningún beneficio más allá de un efecto placebo, tal como sucede con la homeopatía y, en el peor de los casos, recibirán graves daños en su salud tal como ha ocurrido y sigue ocurriendo con muchas víctimas del dióxido de cloro que tristemente son diagnosticadas de hepatitis, de algún trastorno cardiovascular, de irritación en el esófago o en el estómago o que acaban incluso en la muerte. A pesar de ello, muchas personas que forman parte de este grupo niegan la evidencia científica en contra de su creencia, e incluso algunos recurren a falacias de experiencia anecdótica con la pretensión de justificar sus creencias equivocadas. Los casos abundan; sin embargo, de lo que no se percatan estas personas es que su experiencia anecdótica no garantiza que su creencia sea verdadera porque, en primer lugar, unos cuantos casos de aparente éxito no demuestran que el remedio será exitoso en un margen más amplio. En segundo lugar, la simple observación asistemática de un número reducido de personas que toman un remedio pseudocientífico y después se curan no es evidencia suficiente para comprobar que hay una probable conexión causal entre tomar dichos remedios y estar sanos.

Las personas que pertenecen al grupo número 2 se beneficiarán de la inmunidad que adquirirán tras vacunarse, reduciendo así el riesgo de enfermarse o de enfermarse de gravedad de los virus contra los que fueron protegidos. La efectividad de las vacunas ha sido confirmada por la investigación científica. Prueba de ello es, para empezar, el caso de Edward Jenner, quien inventó la primera vacuna de la historia, inmunizando exitosamente a mucha gente contra la viruela y salvando así incontables vidas. Además, también hay muchos otros casos a lo largo de la historia, como la vacuna contra la rabia de Louis Pasteur, o las ya múltiples vacunas en contra del covid-19 que le han permitido a la sociedad reincorporarse al mundo exterior con un menor riesgo de morir.

Por último, las personas que pertenecen al grupo 3 no recibirán la misma protección que las personas del grupo 2, de modo que, en comparación, su sistema inmunológico será más vulnerable.

Además, también corren el riesgo de sufrir daños en caso de consumir productos pseudocientíficos, aunque no tanto como los que forman parte del grupo 1.

Claro está que esta confianza en la ciencia por parte del grupo 2 no se basaría en una comprensión plena del complejo proceso de contrastación de hipótesis, ni de los elaborados métodos empleados para llevar a cabo los experimentos. Más bien tiene que ver con fenómenos más apreciables para el sentido común, tales como la constatación de un aumento en la esperanza de vida o el notable desarrollo de tecnologías sofisticadas que no se comprenden del todo a no ser que se esté involucrado en el campo, pero que se sabe que son el resultado de la ciencia aplicada. Tiene que ver con la comprensión de que la ciencia le permite al especialista entender ciertos fenómenos de la naturaleza que pueden ser controlados o utilizados para alcanzar ciertos fines, tales como, en el caso de las vacunas, proteger la salud de la gente, aumentando en consecuencia la probabilidad de sobrevivir para aquellos que confían en la ciencia. Y tan claro es que el conocimiento científico es verdadero, al menos en gran parte, que en los tiempos modernos ha aumentado significativamente la población, la esperanza y la calidad de vida humana.

2) La verdad implica utilidad instrumental

Tras esto, cabe aclarar que, si bien es cierto que la verdad puede ser un instrumento útil para determinados fines, como, por ejemplo, el de la supervivencia a través de algún grado de conocimiento de la naturaleza, ello no significa que verdad y utilidad sean términos intercambiables, sino más bien que en ciertos contextos, como el de la búsqueda de conocimiento, la verdad implica utilidad instrumental. Prueba de ello son los siguientes dos ejemplos:

a) Arquímedes, la mecánica de fluidos y *eureka*

En el siglo III a.C el rey Hierón II de Siracusa había mandado hacer una corona de oro, pero sospechaba que el orfebre había adulterado la corona para quedarse con parte del oro. Sin embargo, el rey no sabía cómo cerciorarse, por ello le encomendó a su pariente Arquímedes que averiguara, si la corona realmente estaba hecha de oro o si era alguna clase de aleación, pero sin dañar la corona. A pesar de la difícil tarea, Hierón confiaba en Arquímedes, no solo porque fuera su

pariente, sino porque había sido capaz de refutar una teoría del mismísimo Aristóteles. Arquímedes se puso manos a la obra. Él sabía que una pieza de oro con determinado volumen es más pesada que otras piezas de metal con el mismo volumen como el cobre y la plata. Sin embargo, no tenía idea de cómo podría resolver la incógnita sin destruir la corona. Tras mucho pensar decidió aliviar su frustración en los baños públicos sin saber que allí es donde obtendría su respuesta. Pues una vez que se sumergió en una tina llena de agua, se percató que subía el nivel del líquido a tal punto que parte de este se derramó. De inmediato comprendió que el nivel de agua que se elevó y derramó tenía que ser exactamente el mismo espacio que ocupaba su cuerpo, es decir, su volumen. En consecuencia, se levantó con un salto de alegría mientras exclamaba “¡eureka!”. Porque había descubierto que introduciendo la corona a un recipiente de agua podría saber cuál es su volumen a partir de qué tanto se desplaza el agua. Sabía que una corona compuesta de una aleación de oro con cobre o plata tendría que ser más voluminosa para pesar lo mismo que una corona de oro. Por ello, comparó el volumen de agua desplazado por la corona con el volumen de agua desplazado por una pieza de oro del mismo peso. La hipótesis podría ser la siguiente: si la corona es de oro, entonces desplazará el mismo volumen de agua que la pieza de oro que pesa lo mismo, pero si la corona está adulterada, desplazará una cantidad mayor de agua que la pieza de oro del mismo peso. El resultado fue que la corona desplazó una cantidad mayor de agua que la pieza de oro, lo que significa que la corona había sido adulterada. Hierón mandó ejecutar al ladrón y Arquímedes sumó más logros a su vida y al conocimiento humano, dando paso a la mecánica de fluidos.³²⁶

b) Investigaciones fraudulentas

Imaginemos el caso hipotético de unos científicos que investigan sobre los efectos de ciertos fármacos para combatir al Alzheimer. Para ello, se apoyan en la investigación Ix del científico Cx sobre el fármaco Fx. Supuestamente Fx resultó ser útil para proteger a las neuronas de los priones, que son, según algunas hipótesis, proteínas en gran parte responsables de la enfermedad. No obstante, cuando los nuevos investigadores hicieron uso de Fx no obtuvieron el resultado que esperaban, el fármaco no era útil para proteger a las células de los priones. Por ello se percataron

³²⁶ Isaac Asimov, *Momentos estelares de la ciencia*, p. 15.

de que los resultados de la investigación Ix habían sido alterados (o falsificados) deliberadamente. Lo que claramente implica muchos años de retraso y muchas vidas humanas perjudicadas por ello.

De este par de ejemplos se puede inferir que una hipótesis o teoría verdadera es útil para llevar a cabo una predicción o para conocer la naturaleza de algún objeto. En el caso de Arquímedes, para saber si una corona es de oro o no; para saber si se trata de un engaño o no. En cambio, una hipótesis o teoría a menudo es inútil, si resulta ser falsa, a veces inclusive es perjudicial, tal como vimos en el caso de la investigación falsificada porque el fármaco no solo resultó inútil, sino que el hecho de que los resultados de la investigación hayan sido falsificados retrasó el desarrollo de otras investigaciones que sí son honestas y que podrían haber contribuido en la lucha contra el Alzheimer. Aun así, hay que aclarar que una teoría falsa, pero empíricamente adecuada, puede tener cierto grado de utilidad. No obstante, una teoría falsa no necesariamente será útil. En cambio, siempre que una teoría sea verdadera, tendrá valor instrumental.

Sin embargo, no es el caso de que entre más útil sea una teoría mayor será su grado de verdad. Por ejemplo, si los ingenieros espaciales se proponen mandar a un cohete que parta de la Tierra y llegue hasta la Luna, no utilizarán la física de Einstein, sino la de Newton. ¿Esto se debe a que la comunidad científica considera que la física de Newton tiene un mayor grado de verdad que la física de Einstein? No, sencillamente les resulta más útil porque la jerga conceptual y los cálculos pertinentes de esta física son más simples que los propios de la física de Einstein, pero a su vez son lo suficientemente adecuados y precisos para cumplir el cometido de enviar un cohete a la Luna. Siendo así, es claro que la física de Einstein también sería capaz de llevar a un cohete a la Luna, de hecho, es una teoría que se considera incluso más completa dado que es capaz de explicar más fenómenos que la física de Newton. Sin embargo, en este caso no se opta por dicha física porque resultaría más complejo llevar a cabo la tarea. Por lo tanto, aunque la utilidad es un indicador de verdad, no basta como criterio suficiente para determinar si una teoría tiene un mayor grado de verdad que otra teoría que también es útil.

3) No conduce al relativismo extremo, ni al idealismo epistemológico

Si se aspira a defender que es posible alcanzar un conocimiento universal y objetivo sobre la realidad, entonces el RCD es deseable, pues este se libra del relativismo y del idealismo epistemológico (que sostiene que la realidad existe, pero niega el compromiso de independencia, pues todo conocimiento estaría limitado a las estructuras mentales del sujeto, quedando así, la realidad en sí fuera del conocimiento humano) dado que, si bien es cierto que diferentes marcos conceptuales pueden referir al mundo de manera aproximada, es el mundo de quien depende cuáles son los esquemas conceptuales que le son afines y cuáles no. Por ello, no es de extrañar que la realidad se resista tan a menudo al deseo humano de ser conocida, lo que es un claro indicador de que el mundo tiene cierta facticidad más allá de la voluntad humana. Además, el hecho de que contamos con teorías altamente exitosas es otra señal de que, pese a que no siempre sea fácil, hay esquemas conceptuales que nos permiten referir al mundo, aunque sea de forma parcial y aproximada, pero objetiva.

4) Armoniza la relatividad conceptual con la realidad y su estructura intrínseca

Gracias a ello, es posible evitar antirrealismos estructurales que afirman que son los esquemas conceptuales los que dotan de estructura al mundo. Aseveración que resulta difícil de sostener dado que el mundo cuenta con su propia facticidad. Si se acepta esto último, entonces es necesario aceptar que el mundo tiene su propia forma de ser, la conozcamos o no, y que es nuestro conocimiento el que es relativo a los marcos conceptuales (los cuales pueden ser afines a la estructura del mundo o no) y no el mundo a estos últimos.

5) Está libre de absolutismos dogmáticos

El RCD misura el alcance de la verdad. Gracias a ello es posible evitar postulados excesivos que no se pueden constatar. Entre ellos, 1) que hay una verdad absoluta. 2) que hay un solo sistema de lenguaje que basta y sobra para explicar al mundo en su totalidad, posturas que, de aceptarse, conducirían a la autorrefutación, tal como Putnam demostró con el argumento del cerebro en la tina.

6) Elimina la dicotomía entre el realismo del sentido común y el realismo científico

El realismo del sentido común sostiene la existencia de un estado de cosas y de objetos de los que se habla en la vida diaria, tales como que el Sol sale y se oculta, que hay sillas, arboles, personas, animales, colores, etc.

Habitualmente parece ser problemático tender puentes entre el realismo del sentido común, que sirve para la vida práctica, con el realismo científico, que es a menudo contraintuitivo. En consecuencia, muchas veces las teorías científicas se oponen, y con razón, a muchas de las afirmaciones que pueden salir del sentido común, como que la Tierra está fija y son los astros los que se mueven alrededor de ella. No obstante, para el RCD esto no es un problema, puesto que sostiene la tesis de que el mundo cuenta con varias dimensiones que pueden ser parcialmente accesibles para algunos esquemas conceptuales. Esta tesis puede ser fácilmente extendida a una dimensión práctica en la que el sentido común tiene cabida para explicar al mundo de cierta manera, aunque con un alcance claramente limitado y más enfocado en resolver los problemas de la vida diaria que en profundizar en el conocimiento de la naturaleza.

7) Compagina con la naturaleza falible, pero progresiva, de la ciencia

Esta es una de las virtudes que traen consigo los conceptos de verosimilitud y de verdad aproximada, pues gracias a ellos se puede afirmar que hay un acercamiento hacia una meta infinita, pero no utópica y, por ende, hay progreso en la ciencia. Incluso si en varias ocasiones pareciera haber un retroceso, es claro en la historia de la ciencia que la tendencia es el progreso,³²⁷ puesto

³²⁷ Por otro lado, un antirrealista podría objetar que es claro que la historia de la ciencia se ha narrado así, pero no que ello sea de esa forma. El progreso bien podría ser relativo a un paradigma.

A esto se tendría que responder que, el concepto de verosimilitud aquí acotado contempla que una hipótesis o teoría científica forma parte de un cuerpo de proposiciones. Sin embargo, independientemente del cuerpo de proposiciones al que pertenezca una teoría, esta será más verosímil que otras si resulta ser más informativa y si tiene un mayor grado de acercamiento a la verdad. Con base a lo anterior, es posible comparar la verosimilitud de

que por lo general las nuevas teorías tienen un mayor poder explicativo, una mayor concordancia con la evidencia empírica, y también se ven mayormente favorecidas por otros valores epistémicos tales como la simplicidad, la elegancia y la afinidad con otros cuerpos de hipótesis y teorías científicas, etcétera. Es importante aclarar que aquí no se está diciendo que en la actualidad haya una armonía total entre todas las teorías, cosa que falla en, por ejemplo, partes de la teoría de la relatividad de Einstein y de la mecánica cuántica. Simplemente se afirma que las teorías científicas están cada vez mejor justificadas por los valores epistémicos. Además, la competencia y las diferencias entre teorías rivales, lejos de ser un aspecto negativo, es un factor indispensable para el progreso científico, pues gracias a ello los científicos se ven obligados a justificar y revisar mejor sus propuestas.

4.2. Debilidades y limitaciones

El realismo científico dimensional, así como cualquier realismo científico, no es una propuesta concluyente, ni pretende serlo, puesto que va acorde con la naturaleza falible de la ciencia. Siendo así, aunque el RCD esté sostenido sobre supuestos y razones que pueden considerarse plausibles, estos bien podrían considerarse equivocados a la luz de ciertos argumentos escépticos radicales; es decir, puede que a la serie de eventos a los que se les atribuye causalidad no sean más que hábitos que podrían cambiar de repente, tal como lo llegó a sostener Hume. O puede que seamos un cerebro en la cubeta incapaz de referir a objetos reales, como hipotetiza Putnam.

Posibilidades límite como estas muestran el alcance limitado del realismo. Aun así, si se consideran convincentes los anteriores argumentos, ello no significa que tales escenarios lógicamente posibles deban considerarse tan válidos como el realismo, dado que son tan improbables que rozan el absurdo. Sin embargo, de igual modo sirven para mostrar que el realismo no es la única alternativa, ni tampoco es incuestionable. Por otro lado, hay filósofos y científicos destacables como Nick Bostrom y Neil deGrasse Tyson que consideran que algunas posibilidades como estas son altamente probables. Por ello, si esto es cierto, podría ser el caso que las mayores

dos teorías que pertenecen a diferentes conjuntos de proposiciones. Por lo tanto, es posible constatar que en la historia de la ciencia ha habido un acercamiento progresivo a la verdad y que esto no es un mero relato.

amenazas para el RCD, así como para el realismo científico en general, se encuentren en el terreno del realismo genérico o metafísico.

Consideraciones finales

El propósito de esta tesis constó de dos objetivos. El primer objetivo fue mostrar que un realismo científico moderado y estructural (RCME), pese a las críticas antirrealistas, es plausible. Esto significa que, de ser cierto el RCD, el mundo cuenta con una estructura objetiva intrínseca. Y la ciencia (a través de diversos métodos y esquemas conceptuales) es capaz de proporcionar un conocimiento aproximadamente verdadero o verosímil de la realidad. El segundo objetivo radicó en mostrar que RCME cuenta con una serie de ventajas que lo posicionan como una alternativa viable y acreedora de discusión en la academia.

Con el fin de lograr tales propósitos fue necesario, primero, situar el contexto de la discusión. Por ello, se llevó a cabo un recorrido histórico en el que se exploró el debate realismo-antirrealismo científico. Esto se hizo a través de cinco casos relevantes para esta discusión: el de la antigua astronomía con modelos astronómicos de esferas concéntricas y de círculos, el de la astronomía a inicios de la modernidad con interpretaciones realistas y antirrealistas del heliocentrismo copernicano, el de la discusión sobre el realismo de los átomos en el siglo XIX, el del debate sobre las interpretaciones de la física cuántica en el siglo XX y el del ADN de triple hélice.

Después del estudio de los casos históricos fue necesario un análisis sobre las principales tesis y argumentos del antirrealismo científico contemporáneo. De estos se destacaron la inconmensurabilidad de paradigmas y teorías, la infradeterminación de las teorías científicas por la evidencia, la meta-inducción pesimista de Laudan y la relatividad conceptual y el realismo interno de Putnam.

Finalmente, tras el análisis de estas posiciones antirrealistas, se evaluó la posibilidad de encontrar un realismo científico que encajase con la evidencia histórica y que a su vez superase las críticas antirrealistas. Aquí se considera que este objetivo fue cumplido por el realismo científico moderado. Dicho realismo sostiene que las verdades alcanzadas por la ciencia son parciales y perfectibles. De este modo, se evita la necesidad de sostener que existe un discurso único y absolutamente verdadero. Siendo así, quedó claro que no todas las clases de realismo están comprometidas con algunos de los principios que las tesis antirrealistas suelen atribuirle.

Esto no significa que deban descartarse las afirmaciones o postulados típicamente antirrealistas. De hecho, Niiniluoto supo nutrir su pensamiento de la filosofía de Putnam. Ello lo ayudó a evitar caer en realismos ingenuos y, a su vez, lo ayudó a percatarse de la importancia que tiene la relatividad conceptual en el conocimiento (científico). Sin embargo, Niiniluoto, lejos de sucumbir al antirrealismo, desarrolló una clase de realismo científico moderado que, de acuerdo con la definición de Diéguez, sería también un realismo fuerte. A grandes rasgos, este realismo sostiene que la realidad es ontológicamente independiente, pero que la ciencia es capaz de alcanzar un conocimiento aproximadamente verdadero. También sostiene que las teorías e hipótesis científicas son falibles, pero perfectibles. Por ello, es posible un acercamiento progresivo a la verdad.

La verdad aproximada se mide teniendo como fin lo que se especula que es la verdad total. Siendo así, el grado de aproximación a la verdad dependerá de la concordancia con la evidencia disponible.

El RCC es bastante sofisticado porque, además de hacer uso del concepto de verdad aproximada, se apoya en el concepto de verosimilitud. La diferencia entre la verdad aproximada y la verosimilitud radica en que esta última requiere que los enunciados, además de ser aproximadamente verdaderos, sean relevantes e informativos. Además, como el nombre lo indica, una teoría científica es verosímil cuando es similar en alguna medida a un hecho del mundo.

Ahora bien, Niiniluoto reconoce la relatividad conceptual y coincide con Putnam en que el mundo no tiene una estructura categorial propia (aunque a veces sí le reconoce una estructura temporal, espacial y causal), pero a diferencia de Putnam, no considera que ello implique la imposibilidad de que la ciencia obtenga un conocimiento objetivo del mundo, pues este tiene facticidad. Prueba de ello es que si bien somos nosotros los que damos el primer paso con nuestras teorías, las que vienen acompañadas de múltiples proposiciones que forman un esquema conceptual, es el mundo el que tiene la última palabra y muestra por medio de la evidencia cuáles esquemas son adecuados y en qué medida. De esta manera es posible conciliar la idea de que existan distintos esquemas conceptuales que son aproximadamente verdaderos. Esto es así porque la verdad no está en el mundo, sino que la verdad es una relación de correspondencia entre las proposiciones que existen dentro de un sistema de lenguaje con el mundo.

Pese a lo anterior, hay algo que puede criticársele al RCC de Niiniluoto: que no reconoce que el mundo cuente con una estructura propia e independiente de los esquemas conceptuales, aunque a

veces se limita a reconocer una estructura temporal, espacial y causal. Lo que de igual modo es criticable puesto que, a lo largo de la historia, dichas categorías, al igual que cualquier categoría, han sido objeto de análisis y cuestionamientos, especialmente en lo que respecta a su estatus ontológico. Por lo tanto, no hay razones para concederles un lugar privilegiado y exclusivo en lo que respecta a la organización objetiva del mundo.

Regresando a lo anterior, si fuera el caso que el mundo careciera de estructura intrínseca, no podría haber esquemas conceptuales con los que pudiese medirse su verosimilitud, puesto que no habría referentes. Sin embargo, el mundo tiene su propia forma de ser. Después de todo, el hecho de que nuestro conocimiento del mundo esté sujeto a la relatividad conceptual no implica que el mundo también lo esté.³²⁸

Tales inconsistencias llevaron a la necesidad de elaborar una nueva propuesta, es decir, de construir un realismo científico moderado que gozase de las virtudes del realismo de Niiniluoto, pero que no cayese en un antirrealismo estructural. A tal propuesta la he llamado realismo científico dimensional (RCD).

De acuerdo con el RCD, el mundo tiene estructura propia. Siendo así, el conocimiento del mundo es relativo a los esquemas conceptuales, pero la estructura del mundo no es relativa a ningún sistema de lenguaje. Por supuesto, este conocimiento es parcial y aproximadamente verdadero. Ahora bien, los esquemas conceptuales refieren a ciertos ámbitos u objetos de estudio, pero no a todos. Cuando estos ámbitos u objetos del mundo son de carácter fáctico son llamados (por el RCD) dimensiones del mundo (DM). Una DM es una manera en particular en la que se da un conjunto determinado de hechos, u objetos, o entidades, o propiedades que se articulan o no en estructuras concretas. Hay esquemas conceptuales más adecuados que otros para referir a una DM. El grado de adecuación o verosimilitud dependerá del mundo o, mejor dicho, de la DM referida y no de los esquemas conceptuales.

³²⁸ Alguien podría indicar que el problema de fondo es que esta aseveración solo puede ser verdadera dentro de nuestro esquema conceptual. A lo que habría que responderse que, si bien es cierto, esto no es un problema para el realismo, pues de acuerdo con lo expuesto en este trabajo no podría ser de otra manera, puesto que la verdad no es una entidad que existe en el mundo más allá del lenguaje, sino una correspondencia entre las proposiciones (de un sistema de lenguaje) con un hecho o un conjunto de hechos del mundo. Siendo así, es el mundo el que tiene la última palabra sobre la veracidad de nuestras afirmaciones.

Por otro lado, siendo el mundo el que tiene la última palabra, siempre cabe la posibilidad de que se quede en silencio en algunos ámbitos. De este modo, el hecho de que existan algunos esquemas conceptuales que refieran a algunas DM no implica que todas las DM sean cognitivamente accesibles, pues siempre cabe la posibilidad de que haya ámbitos del mundo que le sean ininteligibles al lenguaje y a la razón, siendo estas dimensiones inaccesibles (DI). Por ello, las DI no son algo sujeto ni a la confirmación ni a la refutación. Cabe aclarar que el término DI solo puede y debe entenderse en su sentido negativo dado a su naturaleza trascendente, pues ya sea su existencia real o ficticia, sigue siendo estrictamente inefable (como una especie de noúmeno, pero más hipotético) y, su función en esta propuesta se reduce a delimitar el alcance de los esquemas conceptuales.

El mundo es como un pozo muy hondo y los esquemas conceptuales son como linternas que lo iluminan, pero no lo suficiente para saber si este es un pozo sin fondo o no; por lo tanto, como solo se puede dar cuenta de lo que se ilumina, lo más prudente es no hacer afirmaciones sobre lo que está oscuro, aunque siempre habrá lugar para las preguntas.

El concepto de DM es especialmente útil para ilustrar los múltiples campos de estudio a los que se dirigen los esquemas conceptuales. Estos pueden ser increíblemente diversos a pesar de que algunos refieran a la misma DM. Después de todo, cada sistema de lenguaje tiene su propia estructura, pero no por ello dejan de ser afines en mayor o menor medida a la estructura del mundo hacia la que se dirigen. De esta manera, se puede ver a los sistemas de lenguaje como herramientas que sirven para resolver problemas cognitivos sobre el mundo. Una forma bastante ilustrativa es ver a los esquemas conceptuales como mapas de sentido y a las DM como los territorios por explorar. Hay múltiples tipos de mapas con diversas estructuras que pretenden orientar de distintas maneras a los intérpretes, pero la estructura del territorio es independiente de la estructura del mapa. Por ello, el mapa tiene que ser verosímil y destacar los elementos relevantes para evitar la desorientación.³²⁹ Si los mapas logran orientar y conducir a los viajeros a su destino, entonces el ser humano es capaz de representar al mundo. Y se sabe que hay algunos mapas que lo hacen con bastante precisión. En la misma medida, si las teorías científicas cuentan con un gran poder

³²⁹ Barrera Rodríguez, Sergio, *Realismo científico y epistemología de las ciencias*, pp. 112 – 113.

predictivo y explicativo, entre otros valores epistémicos, entonces se puede afirmar que es porque nos proporcionan un conocimiento verosímil de la realidad. Tras esto, se puede aseverar que se cumple el primer objetivo de esta tesis, la defensa de un realismo científico moderado y estructural que sobrevive a las críticas antirrealistas.

Respecto al segundo objetivo, se puede decir que se cumple en la medida en que el RCD cuenta con algunas ventajas que lo favorecen. Entre estas se encuentran las siguientes:

- 1) La inferencia a la mejor explicación muestra que la verdad es la mejor explicación sobre el éxito de la ciencia. Ahora bien, como el realismo científico moderado (RCM) incluye a la verdad, goza de dicha ventaja. De aquí se sigue que el RCM es la mejor explicación sobre por qué las teorías de la ciencia tienen un alto grado de poder predictivo y explicativo, así como también es la mejor explicación de la supervivencia y prosperidad humana. Al fin y al cabo, la supervivencia humana depende del conocimiento de la realidad, entre mayor sea, mayor será la esperanza y calidad de vida. Y gracias a la ciencia ha aumentado el conocimiento sobre enfermedades, medicinas y métodos que optimizan la producción de alimentos. En consecuencia, la calidad y esperanza de vida también ha aumentado.
- 2) La verdad implica utilidad instrumental.
- 3) No conduce al relativismo ni al idealismo epistemológico.
- 4) Armoniza la relatividad conceptual con la realidad y su estructura intrínseca.
- 5) Está libre de absolutismos dogmáticos.
- 6) Elimina la dicotomía entre el realismo del sentido común y el realismo científico.
- 7) Compagina con la naturaleza falible, pero progresiva, de la ciencia.

Tras esto, hay que aclarar que, si bien dichas razones favorecen al RCD, no bastan para hacerlo imbatible, pues ciertos escenarios (hipotéticos) límite como, por ejemplo, el cerebro en la cubeta, muestran que el realismo no es una propuesta que goce de certeza absoluta.

Ahora bien, no se debe menospreciar el valor que pueden llegar a tener algunos postulados antirrealistas. De hecho, la cimentación de realismos científicos bien justificados solo ha sido posible gracias a muchas de las críticas antirrealistas. Por tal motivo, es importante comprender las posibles fallas o limitaciones de ciertos postulados para corregirlos o moderarlos en tanto sea pertinente. Este ejercicio jamás llegará a una conclusión definitiva, dado que el debate realismo-antirrealismo científico evoluciona conforme lo va haciendo la ciencia. La historia es prueba de

ello. Siendo así, siempre cabe la posibilidad de que se identifiquen o aparezcan problemas inéditos que cambien el contexto y la balanza de la discusión.

Finalmente, me gustaría destacar que, a modo de conclusión secundaria y de descubrimiento personal, esta investigación me permitió percatarme de que a veces el progreso del conocimiento, ya sea en la ciencia o en la filosofía, no implica una inflación de nuevos términos y principios para resolver problemas cognitivos. A veces lo más importante es identificar y depurar conceptos y principios inadecuados, así como también medir el alcance de ciertos términos con el fin de obtener explicaciones más convincentes y que no caigan en consecuencias exageradas. De este modo, se tendrá un bagaje conceptual más prudente, más simple y menos dogmático que nos ayude a explorar las estructuras del conocimiento y del mundo con mayor honestidad, claridad, transparencia y coherencia. Algunos ejemplos de ello los podemos encontrar con Kepler cuando descartó los principios de regularidad y de uniformidad en pro de la inteligibilidad. También podemos encontrar otro ejemplo en el RCC de Niiniluoto cuando hace uso de los conceptos de verosimilitud y de verdad aproximada.

Por otro lado, hay que reconocer que los términos que informan al RCD son de carácter propositivo y casi exploratorio. Por ello, habrá que seguir trabajando en ellos para reconocer el alcance y validez que podrían llegar tener en el debate realismo-antirrealismo, pues pese a que se abordó la discusión de la manera más amplia y crítica que al autor le fue posible, varios de los argumentos antirrealistas aquí tratados podrían tomar formas distintas que cambiarían el sentido de la discusión. Además, hay otros argumentos antirrealistas que por motivos de tiempo y espacio no se pudieron presentar en este texto; por lo tanto, el RCD aspira a ser una propuesta filosófica que pudiera dar pie a posteriores profundizaciones y ampliaciones.

Fuentes documentales

Aristóteles, *Aristóteles*, Gredos, Madrid, 2011.

Asimov, Isaac, *Breve historia de la química*, Alianza, Madrid, 2003.

Asimov, Isaac, *Grandes ideas de la ciencia*,

<http://www.librosmaravillosos.com/grandesideasdelaciencia/pdf/Grandes%20ideas%20de%20la%20ciencia%20-%20Isaac%20Asimov.pdf>, Consultado 7/II/2024.

Asimov, Isaac, *Momentos estelares de la ciencia*, 2001,

<http://www.librosmaravillosos.com/momentosestelaresdelaciencia/pdf/momentosestelaresdelaciencia%20-%20Isaac%20Asimov.pdf>, Consultado 7/II/2024, p. 12.

Barrera Rodríguez, Sergio, *Realismo científico y epistemología de las ciencias*, Nullius in verba, Bogotá, 2020.

Barriga-Carrasco, Manuel D., *El experimento más bello de la física cuántica*, BBC News mundo, 2021,

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-59563136#:~:text=El%20experimento%20de%20la%20doble%20rendija%20es%20un%20experimento%20realizado,luz%20estaba%20formada%20por%20part%C3%ADculas>, Consultado 15/III/2024.

Beobide Pacheco, Garikoits y Román Polo, Pascual, *En busca de la estructura del ADN*, Universidad del País Vasco, Bilbao, 2003.

Bermúdez de Castro, José María, “La paradoja de la pérdida de información de los agujeros negros” en *Muy interesante*, 2024, <https://www.muyinteresante.com/ciencia/63258.html>, Consultado 15/III/2024.

Brauer, Daniel, “El secreto de la negación: investigaciones epistemológicas acerca de las formas negativas del discurso y de la acción” en *Revista de filosofía y teoría política*, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Nº 30, 1993, pp. 4-57.

http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.2423/p_r.2423.pdf

Bunge, Mario, *Survey of the interpretations of quantum mechanics*, American Journal of physics, Buenos Aires, 1956.

Burget, David y Chalmers, David, “Philosophers on philosophy: the 2020 philpapers survey” en *Philosophers' imprint Vol. 0*, Michigan Publishing, Ann Arbor, 2023.

Cala Vitery, Favio y Eslava Castañeda, Édgar Gustavo, *Mecánica cuántica*, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2011.

Chalmers, Alan, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*, Siglo veintiuno editores, México, 1990.

Caballero Bosch, Claudio Alberto (entrevistado), Jiménez González, Daniel Eduardo (entrevistador), Guadalajara, 2023.

Dervan, Peter B., "Design of sequence-specific DNA-binding molecules" en *Science*, New York, 1986.

Diéguez Lucena, Antonio, *Filosofía de la ciencia*, Biblioteca nueva, Málaga, 2005.

Diéguez Lucena, Antonio, *Realismo científico*, Universidad de Málaga, Málaga, 1998.

Díez, José A., y Ulises Moulines, C., *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Ariel, Barcelona, 2008.

Elena, Alberto, *Las quimeras de los cielos*, Siglo veintiuno, Madrid, 1985.

Felsenfeld, Gary y Rich, Alexander, *Studies on the formation of two- and three-stranded polyribonucleotides*, Biochimica et biophysica acta, Bethesda, 1957.

Feyerabend, Paul, *Tratado contra el método*, Tecnos, Madrid, 1986.

Fontenrose, Robert, "In search of Vulcan" en *Journal for the history of astronomy Vol. IV*, SAGE Publishing, s/l, 1973.

García Fernández, Jesús, *Los filósofos presocráticos*, Gredos, Madrid, 1974.

Google translate, <https://translate.google.com/>

Gutiérrez Sáenz, Raúl, *Historia de las doctrinas filosóficas*, Esfinge, México, 2001.

Jammer, Max, *The philosophy of quantum mechanics*, John Wiley & Sons, Hoboken, Nueva Jersey, 1974.

Kuhn, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 2004.

Kuhn, Thomas S., *La revolución copernicana: la astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, Ariel, Barcelona, 1981.

<http://www.librosmaravillosos.com/revolucioncopernicana/pdf/La%20revolucion%20copernicana%20-%20Thomas%20S.%20Kuhn.pdf>, Consultado 7/II/2024.

Laudan, Larry, *A confutation of convergent realism*, The philosophy of science association, Chicago, 1981.

Lozano González, Mario Alberto y Pérez Armendáriz, Adriana, *Manual de lógica elemental*, Trillas, México, 2016.

Magazine de ciencia, *Diálogo sobre la mecánica cuántica*, Magazine de ciencia, <http://www.magazinedeciencia.com.ar/dialogo-sobre-la-mecanica-cuantica>, Consultado 15/III/2024.

Miller, James T.M., *Metaphysical realism and anti-realism*, Cambridge University Press, Cambridge, 2022. Documento electrónico.

Nicolás, Juan Antonio y Frápolli, María José, *Teorías de la verdad en el siglo XX*, Tecnos, Madrid, 1997.

Niiniluoto, Ilkka, *Critical scientific realism*, Oxford University Press, New York, 2002.

Niiniluoto, Ilkka, "Escepticismo, falibilismo y verosimilitud" en *Contrastes. Revista internacional de filosofía*, Universidad de Málaga, Málaga, Nº Extra 3, 1998, pp. 125 – 126.esc

Pauling, Linus y Corey, Robert B., *A proposed structure for the nucleic acids*, Gates and Crelling laboratories of chemistry, Pasadena, California, 1952.

Peter B. Dervan, *Design of sequence-specific DNA-binding molecules*, Science, New York, 1986.

Platón, *Diálogos IV*, Gredos, Madrid, 1988.

Platón, *Diálogos VI*, Gredos, Madrid, 1992.

Povsic, Thomas J. y Dervan, Peter B., *Triple helix formation by oligonucleotides on DNA extended to the physiological pH range*, American chemical society, Pasadena, California, 1989.

Preposterous Universe, 130. *Frank Wilczek on the Present and Future of Fundamental Physics*, 2021, <https://www.preposterousuniverse.com/podcast/2021/01/18/130-frank-wilczek-on-the-present-and-future-of-fundamental-physics/>, Consultado 03/III/2025.

Pullman, Bernard, *The atom in the history of human thought*, Oxford University Press, New York, 1998.

Putnam, Hilary, *Las mil caras del realismo*, Paidós, Barcelona, 1994.

Putnam, Hilary, *Reason, truth and history*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.

Quine, Willard Van Orman, *Desde un punto de vista lógico*, Paidós, Barcelona, 2002.

Rioja, Ana y Ordóñez, Javier, *Teorías del universo*, Síntesis, Madrid, s/a.

Rodríguez Cardona, Ángel, *Breve historia de la astronomía*, Nowtilus,
http://www.librosmaravillosos.com/brevehistoriadelaastronomia/pdf/Breve_historia_de_la_Astronomia_-_Angel_Rodriguez_Cardona.pdf, Consultado 7/II/2024.

Romero, Gustavo E., *Scientific philosophy*, Springer, s/l, 2018.

Sambursky, Samuel, *El mundo físico de los griegos*, Alianza, Madrid, 1990.

Schopenhauer, Arthur, *De la cuádruple raíz del principio de razón suficiente*, Gredos, Madrid, 1998.

Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Realism*, 2019, <https://plato.stanford.edu/entries/realism/>, Consultado 19/XII/2023.

Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Scientific realism*, 2017,
<https://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism/>, Consultado 12/I/2023.

Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Underdetermination of scientific theory*, 2023,
<https://plato.stanford.edu/entries/scientific-underdetermination/>, Consultado el 17/V/2024.

TEDED, The Boltzman brain paradox – Fabio Pacucci, <https://ed.ted.com/lessons/the-boltzmann-brain-paradox-fabio-pacucci>, Consultado 03/III/2025.

Villoro, Luis, *El conocimiento*, Trotta, Madrid, 2013.

Watson, J. D. y Crick, F. H. C., *The structure of DNA*, s/e, Cambridge, 1953.