



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE HUMANIDADES

Desmitificando a la Ciencia: Del realismo constructivo de Giere al realismo  
experimental de Ian Hacking

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN HUMANIDADES: **FILOSOFÍA CONTEMPORÁNEA**

PRESENTA:

MARCOS CABRERA FERNÁNDEZ

**Dra. Hilda Naessens**

DIRECTOR DE TESIS

**Dra. María Luisa Bacarlett Pérez**

**Dr. Antonio Diéguez Lucena**

CO-DIRECTORES DE TESIS



NOVIEMBRE 2016



*A mi madre,  
a Roger,  
y a mi familia,  
por su apoyo incondicional*



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	i
<b>CAPÍTULO 1</b>	
¿QUÉ ES EL REALISMO CIENTÍFICO? .....	1
1.1 Realidad, realismo y verdad.....	1
1.1.1 Realidad.....	1
1.1.2 Realismo .....	3
1.1.3 Verdad.....	5
1.2 Realismo científico .....	8
1.3 Variedades de realismo científico .....	12
1.3.1 Variedades generales del realismo científico .....	14
1.3.2 Variedades específicas del realismo .....	24
1.4 Realismo en la historia de la ciencia.....	30
1.4.1 Copernicanismo.....	30
1.4.2 La teoría atómica .....	35
1.4.3 Teoría Cuántica .....	39
<b>CAPÍTULO 2</b>	
REALISMO CONSTRUCTIVO .....	45
2.1 Biografía de Giere.....	45
2.2 El proceso de mitificar la ciencia .....	45
2.3. Objeciones al realismo.....	56
2.4. Modelos cognitivos de la ciencia.....	58
2.5 Empirismo constructivo.....	65
2.6 Representaciones del mundo .....	70
2.6.1. Creación de un modelo.....	72
2.6.2 Modelos y su relación con el mundo: similitud y ajuste .....	74
2.7 Hipótesis, verdad y teorías científicas .....	78
2.8 Un realismo restringido .....	79
2.9 Hacia una ciencia humana .....	84
<b>CAPÍTULO 3</b>	
EL REALISMO EXPERIMENTAL DE IAN HACKING.....	89
3.1 ¿Quién es Ian Hacking? .....	89
3.2 Enfoque del realismo experimental.....	91
3.3 Orígenes del realismo experimental .....	91
3.4 Realismo de teorías y realismo de entidades.....	95
3.5 El hombre que representa.....	98
3.6 Realismo sin verdad.....	101
3.7 Experimentación .....	103
3.8 Interacción e Intervención .....	107
3.9 Realidad e Instrumentos.....	109
CONCLUSIONES.....	115
ANEXOS.....	123
Fuentes.....	125



## INTRODUCCIÓN

Todos podemos mitificar lo que sea, otorgando cualidades o defectos tan grandes, que transformamos a los sujetos u objetos en ideales o aberraciones. Un padre mitificado, por ejemplo, puede ser un ángel o un demonio, pero no un ser humano. Esto es un ardid para percibir lo que deseamos más no la realidad. Algo parecido le ha ocurrido a la ciencia y es preciso descubrir la treta elucubrada por filósofos y científicos para llegar a ver lo que esperaban de ella.

Analizaremos cómo la filosofía ha mitificado a la ciencia desde tres perspectivas:

1) Viéndola desde fuera, sin adentrarse en la actividad científica y su complejidad interna; 2) Introduciendo en su reflexión conceptos filosóficos que no son propios de la ciencia, como el de la verdad; e 3) imponiéndole expectativas basadas en prejuicios racionalistas que distorsionan las capacidades reales del científico como ser humano.

La mitificación se refiere a la visión filosófica generada en torno al quehacer científico, respecto a los objetivos, funciones, métodos, creencias y modo de expresar los resultados científicos. Visión surgida de la filosofía racionalista, alrededor de la cual se llegó a pensar que era posible encontrar algo como la verdad fundamental a la que podíamos acceder por medio de la razón y que a la ciencia le correspondía dicha tarea. Sin embargo, la verdad no fue el único problema en la filosofía de la ciencia. Su historia ha mostrado que al intentar comprender el mundo y aquello que forma parte de éste, podemos equivocarnos e incluso generar conocimiento erróneo. De tal problemática surgieron dos posturas principales: el realismo y el anti-realismo, que como su nombre lo indica, se enfocan en la realidad. Tomando posiciones de lo más variadas. Pero para el propósito de este trabajo no es pertinente ponerse a revisar cada una de ellas, sino de enfocar nuestra atención en aquellas que han sido la base para crear una idealización sobre la ciencia y aquellas que ayudan a desmitificarla, sin olvidar que la hipótesis propone que el realismo experimental es una postura trascendente en la filosofía de la ciencia, por puntualizar lo que verdaderamente importa cuando queremos comprenderla y estudiarla desde el punto de vista filosófico. Nuestro objetivo general es describir la

importancia de este realismo dentro de la filosofía de la ciencia, teniendo como objetivos particulares: a) analizar la evolución del realismo científico desde una perspectiva histórico-epistemológica; b) comprender las similitudes y diferencias más importantes de los tipos de realismo más reconocidos; c) identificar las principales propuestas del realismo experimental.

En la actualidad es bien sabido que el debate en torno al realismo científico ha sido ampliamente discutido, generando puntos de vista de lo más variados; sin embargo, tales discusiones no dejaron clara la pertinencia del realismo científico o si acaso mantenerse anti-realista sería más prudente dentro del campo científico. Los principales temas al respecto fueron por mucho tiempo la verdad, la realidad y la relación de las teorías con el mundo, pero actualmente también se mantiene una orientación no sólo enfocada a las teorías, sino en relación a los modelos aún antes de que cualquier teoría se consolide. Se ha vuelto indispensable y de gran relevancia conocer el proceso y el método científico, así como a los científicos mismos, sus capacidades y poder de toma de decisiones en la aceptación de alguna teoría, aún antes de poder juzgar cualquier cosa sobre los resultados obtenidos por medio de la ciencia. Se ha mantenido esta orientación en el presente trabajo, considerando autores de gran preeminencia respecto a la discusión realista, tanto desde la visión semántica como ontológica, las cuales encuentran un punto de convergencia al analizar a la ciencia como un proceso humano y no como un cúmulo de resultados y respuestas que quieren llegar a un ideal definitivo.

El primer capítulo, titulado “Realidad, realismo y verdad”, se aboca a reconocer los conceptos principales en el debate en torno al realismo científico, ya que de modo introductorio es primordial explorar cuáles son las cualidades que han sido discutidas respecto a la forma de hacer ciencia, comenzando por el concepto de realidad, que en sí mismo mantiene una compleja relación de ideas acerca de lo que existe en el mundo, pudiendo tomar significados respecto a cierta propiedad de las cosas, o como una estructura universal, incluso llegando a distinguirla como aquello que los científicos dicen que hay, para lo cual al menos podemos decir que hay algo como la realidad.



Después de establecer esta perspectiva realista, cabe la cuestión de si esta realidad es independiente o no de nuestra mente, de cuáles son sus componentes o qué cosas la constituyen, si guarda alguna relación específica con el ser humano, con la ciencia o con el lenguaje. Tomando en cuenta dos relaciones principales desde la mira filosófica: semántica y epistémica. La ciencia no sería tal sin su función de generar conocimiento y ello hace dudar sobre la calidad de dicho conocimiento o la precisión con que ésta muestra la realidad, por lo que se han generado conceptos alrededor de las teorías científicas para identificar dicha calidad. Se analiza en primera instancia a la verdad como un concepto que puede tomarse como propiedad de las teorías o enunciados, o bien, como concepto evaluativo que ayuda a definir si un enunciado científico es correcto. Pero esta verdad es tan problemática para la filosofía, que se han buscado distintas posturas para definir cuándo algo es verdad: como la teoría coherentista, la pragmática y la de correspondencia, todas ellas con la intención de justificar una relación entre el lenguaje y la realidad. Estos tres conceptos permiten comprender el realismo científico desde diferentes perspectivas: disciplina, hipótesis, teoría, postura o corriente filosófica. Se han estudiado las concepciones antiguas y más actuales sobre el realismo científico, desde una puramente teórica y racional, hasta una experimental o enfocada en los científicos como agentes cognitivos y como seres humanos. Dentro de este mismo capítulo se propone una división extensa con base en los tipos de realismo científico identificados como relevantes, fragmentando la postura filosófica del realismo en dos partes principales: una general y otra específica. Se mencionan las variantes más amplias y útiles que sirven para englobar a las segundas y de este modo hacer más comprensible el realismo científico. Al final de este capítulo se muestra la historia del realismo científico a través del tiempo, con tres momentos principales identificados por Antonio Diéguez, donde la postura realista ha desempeñado un papel importante dentro del debate científico; el primero identificando el nacimiento de un realismo científico con Galileo Galilei, quien defendió las teorías científicas y buscó la separación de éstas con las ideas religiosas; en segunda instancia el realismo defendido por la teoría atomista de John Dalton, que fue corroborada y aceptada después de un siglo de su creación gracias a Albert Einstein y Jean Perrin;

finalmente la teoría cuántica que puso en duda de nuevo al realismo y lo obligó a replantear sus conceptos y enunciados principales. La teoría cuántica se adecua al realismo científico de Ian Hacking, quien no ha dejado de lado la parte experimental y su relación fundamental con el criterio de realidad.

En el segundo capítulo, titulado “Realismo Constructivo”, se expone una de las posturas realistas que consideramos de gran importancia para la desmitificación de la ciencia, que aunque es un realismo posterior al experimental de Hacking, contiene conceptos relacionados y que bien vale la pena tomar en cuenta. Se presenta una introducción sobre la trayectoria de Ronald Giere y se explica cómo se ha dado este proceso de mitificar a la ciencia. Primero se define cómo es que se ha entendido el proceso de crecimiento del conocimiento con base en cuatro puntos principales: mito, religión, filosofía y ciencia, en una consecución entendida linealmente, conjuntando todos los anteriores en un proceso que permite el traslape entre ellos; una visión que ha provocado el surgimiento de la postura filosófica racionalista y posteriormente la fundacionalista que cree posible la existencia de una verdad fundamental a todo el conocimiento. También han surgido otras posturas como el pragmatismo y el naturalismo, que servirán para comprender el proceso del conocimiento como un asunto más humano y más realista, por lo que hemos dividido el conocimiento en estratos distintos que no se contaminan entre ellos pero sí que pueden intervenir productivamente y apoyarse mutuamente, con una actitud respetuosa y límites bien establecidos. Posteriormente, se aborda al realismo científico basado en el naturalismo y cuyo apoyo principal está en la ciencia, específicamente, las ciencias cognitivas, pues Giere propone que es obligatorio comprender a los científicos, antes de pretender descifrar si las teorías son verdaderas o si los entes propuestos son reales. Para ello se analiza cómo los seres humanos logramos una comprensión del mundo, tomando en cuenta nuestro sistema cognitivo, el cual brinda ciertas capacidades entre las que se encuentra el aprendizaje.

El realismo constructivo debe su existencia al empirismo constructivo de Bas van Fraassen. Se analiza esta postura en el mismo capítulo recordando que en la ciencia las teorías no son tan primordiales, sino que aquello que sirve como una

correspondencia con la realidad son los modelos y si se quiere hablar sobre una relación con dicha realidad, éstos han de tomarse en cuenta primeramente, porque permiten deshacernos de un concepto tan idealizado como la verdad. Aunado a lo anterior, el realismo constructivo y la ciencia cognitiva hacen ver cómo los seres humanos generamos modelos mentales sobre el mundo, pero nunca podremos percibir la realidad como tal por nuestras limitaciones mentales y físicas. Análogamente, la intención de las teorías y de los modelos no es mostrarnos la realidad total, sino una fracción de ésta y dependiendo del uso que se les vaya a dar. Esta postura extirpa un racionalismo esclerosado en el pensamiento filosófico al comprender que el cuerpo y la mente no pueden dividirse, y que tanto la emoción como la razón son necesarias para tomar decisiones y elegir entre distintas teorías. Se comprende la utilidad del realismo constructivo como una alternativa que ve a la ciencia como creación humana, y los modelos como representaciones idealizadas, pero bien estructuradas, sobre fragmentos de la realidad que no podremos constituir como tales, pero si podemos hacer inteligibles y confiables gracias a la práctica científica. Esto ayuda a dar un esbozo acerca de lo que realmente corresponde a los científicos como seres humanos con una actitud ética, menos ideal y más humana, como la ciencia desmitificada que propone Giere.

En el último capítulo, titulado “El realismo experimental de Ian Hacking”, se expone precisamente este tipo de realismo que hemos considerado como fundamental dentro de la filosofía y para la desmitificación de la ciencia. Se inicia con la biografía del autor principal y cómo ha sido su formación práctica como filósofo. Partiendo de una actitud humilde que le ha permitido trabajar de la mano con otros científicos y comprender objetivamente el modo en que éstos realizan su labor. La filosofía de la ciencia se centró en las teorías y se olvidó de la experimentación, juzgando a ésta como totalmente dependiente de la primera y dejándola de lado, lo cual remarca la relevancia y novedad en el trabajo realizado por Hacking, quien además de recalcar la importancia del experimento y de los científicos mismos en el análisis de la ciencia, hará una división esencial dentro del realismo científico, con un enfoque centrado en las teorías y otro en las entidades. Ello recuerda que no es necesario ser realista en todos los aspectos para considerarse como tal. Hacking se enfoca

en un realismo ontológico, con la convicción de que el realismo de teorías siempre dejará respuestas inconclusas, pero al mismo tiempo explicará por qué se le dio tanta importancia a esta parte teórica por medio de una propuesta de antropología filosófica en la que nos explica al hombre como *homo depictor*. La postura de Hacking permitirá comprender cómo es que funciona realmente la experimentación, señalando una estructura que no siempre depende de la parte teórica. Advierte dentro de la experimentación a la intervención, como factor fundamental para distinguir entre los entes reales de los que no lo son, aclarando que no basta con la interacción, sino que hace falta poder modificar el mundo con ellos para considerarlos reales. Esto se demuestra en el laboratorio, con los científicos de carne y hueso que utilizan estas entidades como herramientas y como parte de la tecnología utilizada para generar fenómenos que no se darían naturalmente, por lo que no les queda más que tratarlos como entes reales. Finalmente se presentan argumentos o criterios que Hacking ha propuesto para justificar la existencia de los entes, y la precisión de los instrumentos de observación en la ciencia como los microscopios: observación-aprendizaje, coincidencia y cuadrícula. Estos argumentos explican por qué hay que confiar en los científicos desde dos puntos de vista: técnico y práctico.

Hemos partido del conocimiento básico sobre el realismo, tomando en cuenta sus conceptos principales y llegando a explicar algunas de sus variantes para poder comprender su evolución; se ha buscado el punto clave en el que la filosofía tomó partido para intentar hacer a la ciencia su campo de estudio, pero al mismo tiempo vició la reflexión alrededor de ésta con un fundacionalismo y un racionalismo inflexibles; retomamos a Giere y al realismo constructivo como una base que apoyada por las neurociencias y las ciencias cognitivas, permite saber de buena tinta cómo se da el proceso de generación de conocimiento y desmitifica una ciencia idealizada, definiendo a la similitud como un fin real y alcanzable; finalmente, se concluirá, con base en los análisis anteriores, la gran importancia del realismo experimental de Hacking, quien aun siendo un filósofo previo a Giere, ha sentado las bases para desmitificar a la ciencia al exponer las formas de comprobar la

existencia de los entes en el laboratorio gracias al antes ignorado proceso de experimentación por medio de la intervención en el mundo.

En este trabajo se argumenta sobre una ciencia humana, emancipada de la filosofía, pero con posibilidades de exploración filosófica por la vía epistemológica, en la que se toman en cuenta los conceptos de verdad y realidad como nociones limitadas a nuestras posibilidades y no como ideales a alcanzar, pues desmitificar es ver las cosas como son, no como quisiéramos que fueran.



# CAPÍTULO 1

## ¿QUÉ ES EL REALISMO CIENTÍFICO?

### 1.1 Realidad, realismo y verdad

“El realismo científico” es una corriente muy debatida dentro de la filosofía de la ciencia. Existen de éste bastantes definiciones que van desde la más sencilla (y no necesariamente atinada) definición de diccionario, hasta la más elaborada y específica, o más adecuada para aquellos filósofos y científicos que se consideran ellos mismos “realistas”, además de otros que se manifiestan como “antirrealistas”. Antes de adentrarnos en los tipos de realismo, es conveniente revisar los conceptos que forman parte del concepto “realismo”, en el cual existe, en primera instancia y como algo primordial, el concepto de realidad.

#### 1.1.1) Realidad

La realidad es un tema fundamental para comprender el realismo; se ha tratado de distintas maneras y desde múltiples corrientes epistemológicas (Idealismo, Empirismo, Racionalismo, Positivismo, Criticismo y Postestructuralismo)

De acuerdo al *Diccionario Akal de Filosofía* (2004), la realidad:

Según su uso filosófico normal, es el modo en que las cosas son, en oposición a su mera apariencia, esto quiere decir que la apariencia no determina a la realidad, por lo tanto la realidad escapa fácilmente a las investigaciones que podamos emprender. Cuando la realidad se considera como independiente de las experiencias se denomina *realidad objetiva*, y ésta solo tiene que ver con la posesión de un contenido representacional, pero existe otro tipo de realidad llamado *realidad actual o formal*, el cual se refiere a la existencia de las cosas como independientes de la mente (Audi, 2004: 828).

La realidad desde este punto de vista se entiende como una *propiedad* intrínseca de aquello (sea persona, animal o ente) que *existe* en el mundo.

Por otro lado, Stathis Psillos define a la realidad sencillamente como “Todo lo que hay”, y divide el problema filosófico sobre la realidad en dos aspectos: (1) su *extensión* o la descripción de sus elementos (o componentes) y (2) su *status* independiente o no de la mente humana (Psillos, 2007).

Desde la perspectiva filosófica estos son los temas principales respecto a la realidad; por un lado, la búsqueda por la descripción e identificación de sus componentes (todo aquello que realmente existe) y por el otro, cómo se ve afectada por los seres humanos y si puede existir una realidad como tal sin la participación de éstos.

Hillary Putnam, por ejemplo, separa al hombre de la realidad, entendiéndola como un término general; un término confuso y complejo, pues éste guarda dentro de sí la idea del hombre limitado por una realidad que no conoce al no ser ésta de su invención. Sin embargo, Putnam también clama desde otra perspectiva que esta realidad no debe ser vista como una *supercosa*, sino más bien como algo que va cambiando de acuerdo con la evolución de nuestro lenguaje y el transcurso de nuestras vidas (Putnam, 2001). Entonces, no es una sorpresa que para Putnam la realidad sea un concepto confuso, pero ello lo justificaría con la idea de que es cambiante, no es estática ni absoluta.

David Deutsch, por otra parte, sostiene una perspectiva más clara, enfocada al teoricismo, donde se afirma que la realidad debe tener una estructura definida, y es por ello que el ser humano aspira a conocerla constantemente sólo por medio de las teorías (Deutsch, 2002).

Por último, incluimos la concepción constructivista mencionada por Edison Torres, quien comenta que la realidad también puede ser “entendida como el acuerdo actual y contingente de la comunidad de investigadores: la realidad es lo que los científicos nos dicen que es” (Torres, 2009). Esta última es la que más podría acercarse a la visión de nuestros autores, Giere y de Hacking, pues como veremos posteriormente, los científicos, y en especial aquellos que trabajan en laboratorio, son los principales encargados de interactuar con los entes propuestos por la ciencia y de reportarnos lo que ocurre detrás de sus observaciones y experimentos.



### 1.1.2) Realismo

La concepción del realismo clásico, de acuerdo con García Morente (2004), viene desde Parménides (aunque no definido como tal por el presocrático) como una especie de realismo metafísico; esta concepción parte de la idea *a priori* de que *las cosas son reales y poseen la plenitud del ser*.

Sin embargo, Aristóteles será reconocido como el mejor representante e iniciador del realismo clásico, la primera manifestación clara del realismo. Para el estagirita lo que existe realmente son “las cosas individuales”, lo demás serían “substancias” con *existencia secundaria*; trayendo de vuelta la realidad al mundo que percibimos, “las cosas están ahí ante nosotros, y nosotros somos una de esas múltiples cosas que existen y que constituyen la realidad” (García Morente, 2004). Dicha atribución de realidad (como condición) a las cosas, es la principal característica del realismo, el hecho de que *existe algo* es la aceptación de esta realidad independiente y autónoma que, en sus definiciones clásicas, es perceptible por medio de la mente humana y los sentidos. García Morente, recalca que el realismo “afirma la existencia del mundo, de las cosas que constituyen el mundo, y de nosotros dentro de ese mundo, como una de tantas cosas” (García Morente, 2004: 127).<sup>1</sup>

Putnam diría que este realismo tradicional es aquel que supone la existencia de una totalidad definida de objetos (o cosas) con todas sus propiedades; un realismo metafísico que incluye la idea de una sola teoría completa y verdadera acerca de la realidad (Putnam, 2001).

De acuerdo con David Deutsch, Galileo y la iglesia también serían realistas desde esta perspectiva, concibiendo al realismo como “punto de vista inspirado por el sentido común que nos dice que existe realmente un universo exterior y que afecta a nuestros sentidos, incluso si estos sentidos ven aumentada su percepción mediante instrumentos como los telescopios” (Deutsch, 2002, p. 83). Es por ello que el mismo autor se atreve a decir que un realismo actual aún podría definirse como la “teoría según la cual existe objetivamente un universo físico exterior que nos

---

<sup>1</sup> Nótese que no parece haber una diferencia entre los conceptos de *mundo* y *universo* entre los autores que hemos citado.

afecta a través de los sentidos” (Deutsch, 2002: 104). Tal vez lo que lo convierte en un nuevo concepto sea el concepto de universo como contenedor de la realidad, y los sentidos como el modo directo de acceder a ésta; concepción que como ya vimos, es idéntica a la de los siglos XVI y XVII, pero tampoco difiere demasiado de la versión aristotélica.

De acuerdo con lo anterior, podemos introducir la partición de Miguel Bueno, según el cual, los realistas aceptan tres principios fundamentales que solo se modifican en carácter y matiz: “a) Que la realidad existe fuera del hombre, b) Que el hombre puede conocer la realidad y c) Que los sentidos son vehículo de conocimiento” (Bueno, 1964: 179).

Una definición más integral y que comienza a tener un tinte científico es transmitida por Stathis Psillos, quien habla sobre el realismo contemporáneo de la siguiente manera:

Actualmente, el realismo tiene un significado más general. Afirma la **realidad** objetiva (existencia) de una clase de entidades, y recalca que estas entidades son independientes de la mente. El realismo es primeramente una tesis metafísica. Pero muchos filósofos piensan que éste tiene un componente semántico y un componente epistémico. La tesis semántica reclama que ciertos discursos o proposiciones de clase (Ej., acerca de entidades teóricas, o números, o morales) deberían ser tomados en sentido literal (literalmente), ya que pretenden referirse a entidades reales. La tesis epistémica sugiere que hay razones para creer que las entidades postuladas existen y que las proposiciones acerca de ellas son verdaderas (Psillos, 2007: 211)<sup>2</sup>.

Recordemos que la semántica se relaciona con el significado de los signos lingüísticos, y en el sentido filosófico se refiere a la comprensión de las oraciones

---

<sup>2</sup> “Historically, realism was a doctrine about the independent and complete existence of **universals (properties)**. It was opposed to **nominalism**. Currently realism has a more general meaning. It affirms the objective **reality** (existence) of a class of entities, and stresses that these entities are mind-independent. Realism is primarily a metaphysical thesis. But many philosophers think that it has a semantic as well as an epistemic component. The semantic thesis claims that a certain discourse or class of propositions (e.g., about theoretical entities, or numbers, or morals) should be taken at face value (literally), as purporting to refer to real entities. The epistemic thesis suggests that there are reasons to believe that the entities posited exist and that the propositions about them are true.” Traducción propia.

por medio de sus proposiciones o enunciados; en el realismo científico la visión semántica intentará comprender la relación entre las teorías científicas y el mundo extralingüístico (Audi, 2004).

Por su parte, el componente epistémico es aquel que intenta explicar la relación entre el conocimiento (que proporcionan las teorías científicas) y la realidad, lo cual también le atañe a lo ontológico concerniente a la existencia de los entes.

En resumen, podríamos decir que el realismo contemporáneo es la posición filosófica que *acepta*, en primera instancia, la *existencia* de una realidad independiente de nosotros, y que además *reconoce* la *presencia efectiva* de las “cosas” en el mundo (término que de acuerdo a Mario Bunge se refiere a individuos sustanciales junto con sus propiedades) con las cuales podemos interactuar por medio de los sentidos y conocer a través del lenguaje. Sin embargo, al traer a colación el lenguaje, también nos encontraremos necesariamente con un concepto notable de las discusiones filosóficas: el conocimiento verdadero.

### 1.1.3) *Verdad*

*La verdad* es un concepto primordial en el tema del realismo científico, su uso se ha dirigido en este ámbito como explicación para el éxito de las teorías o para definir el objetivo de la ciencia, sin embargo, existen distintas posturas respecto a la verdad en relación con el realismo. Laudan y van Fraassen (antirrealistas), por ejemplo, podrían decir que el uso de la verdad es irrelevante a la hora de evaluar y aceptar las teorías que los científicos utilizan en su práctica profesional; de modo similar Ronald Giere afirma que el decir que una hipótesis es verdadera o falsa no tiene muchas consecuencias, pues sólo conlleva la aceptación de cierta similitud entre un modelo y un sistema real; Kuhn y Feyerabend, por su parte, rechazarían tajantemente el concepto de verdad; Churchland diría que la noción de verdad se da solamente en el campo de la metafísica (de modo parecido a Shapere<sup>3</sup>), ya que dicho concepto sugiere implícitamente la existencia de una teoría final y completa

---

<sup>3</sup> “What Shapere ultimately is arguing for is the abandonment of an abstract metaphysical idea of truth which has no connection with the intellectual processes by which knowledge is acquired and which is, accordingly, unrealizable in principle.” (Leplin, 1984, p. 198)

de la verdad (Churchland, 1985); Popper, por el contrario, propone que si no puede llegarse a una verdad con las teorías, si podemos tener al menos cierta aproximación a ella, y en este aspecto se le puede unir Ilka Niiniluoto quien considera a la verdad como un objetivo esencial de la ciencia (Niiniluoto, 1999); y Leplin apoyará esta postura alegando que la única manera de salvar el rol de la verdad en el análisis del progreso científico será por medio de grados de verdad, aunque no encontremos nunca una teoría totalmente verdadera (Leplin, 1984).

Respecto a este tema, Psillos (2007) agrega que actualmente existen dos perspectivas sobre la verdad: la verdad como **propiedad objetiva** de nuestras *creencias*, donde ésta conecta el pensamiento y la creencia con alguna realidad externa que toma sentido por medio de *representaciones*, las cuales *corresponden* con la misma; la segunda toma a la realidad como un **concepto evaluativo y normativo**, es decir, aquello que nos permite decir si una creencia es *epistémicamente correcta*. Esta última visión resulta complicada, ya que dependería de acuerdos entre las comunidades y por lo tanto, no sería una propiedad estable ni totalmente certera. De acuerdo con lo anterior, Psillos diría que la diferencia entre la verdad no epistémica y la epistémica se entiende mejor por medio del siguiente cuestionamiento ambiguo: “¿Son las declaraciones verdaderas porque están autorizadas como verdaderas por una serie de normas, o están autorizadas como verdaderas por una serie de normas porque son verdaderas?”<sup>4</sup> (Psillos, 2007: 249); es decir, ¿la verdad depende o no de nuestro conocimiento?

En general, las teorías sobre la verdad epistémica se dividen en tres tipos principales: verdad como coherencia, pragmatista y de correspondencia (Martínez-Freire, 2000). La primera teoría dice que un enunciado es verdadero sólo cuando éste es consistente y coherente con un sistema de enunciados; en la teoría pragmatista, el enunciado se considera verdadero dependiendo de su conveniencia o utilidad práctica para lograr cierto tipo de conocimiento, tomando en cuenta no sólo a los enunciados sino a los sujetos cognoscentes que sostienen dichos enunciados; esta teoría además reconoce que son los seres humanos quienes

---

<sup>4</sup> “are statements true *because* they are licensed as true by a set of norms or are they licensed as true by a set of norms because they are true?” Traducción propia.

deciden lo que es verdadero y lo que es falso. Finalmente en la teoría de la correspondencia, (basada en la concepción aristotélica de verdad material) hace referencia a la relación entre creencia y realidad, adaptándose a las teorías científicas como adecuación entre un enunciado y la realidad; con esta última se ha relacionado (aunque no universalmente) *la concepción semántica de la verdad* definida por Alfred Tarski que se remonta a 1931, en donde enunciaba que la verdad es una expresión manifiesta en la relación de entidades lingüísticas (enunciados) y estructuras extra lingüísticas (Psillos, 2007); un trato semántico sobre la verdad de los enunciados que en consecuencia tendrían que ser expresados posteriormente en un lenguaje formalizado o metalenguaje, y cualquier definición de verdad debería seguir su esquema general: “(T)  $p$  es un enunciado verdadero si y solamente si  $p$ ”; lo cual puede traducirse en su famoso enunciado “‘La nieve es blanca’ es verdadero si y solamente si la nieve es blanca”; esto podría parecernos un tanto simple, pero en realidad encierra una gran complejidad de fórmulas y enunciados que a fin de cuentas fueron desarrollados para evitar *paradojas semánticas* donde dentro de un enunciado algo puede ser verdadero y falso al mismo tiempo; sin embargo, aunque la teoría de Tarski brinda un orden lógico a los enunciados, no define con certeza la naturaleza de la relación entre realidad y lenguaje (Martínez-Freire, 2000).

Karl Popper, utilizando la teoría de Tarsky como base, introduce el término de “verosimilitud” como semejanza a la verdad; llegando a la conclusión de que no es posible demostrar ni concluir epistémicamente que una teoría es totalmente verdadera; se trata de una epistemología falibilista que expone nuestro conocimiento como aproximación a la verdad, sin alcanzarla nunca por completo; pudiendo hablar sobre cierto contenido de verdad con base en la comparación entre teorías antiguas que han sido superadas y que con ello demuestran un mayor grado de verdad y un progreso en la disciplina científica.. Aquí cabe hacer la observación de Kuhn, (la cual me parece más adecuada) quien, en oposición a Popper, desarrolló la idea de que el “progreso científico” no es posible, ya que las teorías están basadas en sus propios paradigmas, los cuáles son inconmensurables por razones de lenguaje, tiempo y conocimiento, por lo que no pueden compararse entre sí para decir que una se aproxima más a la verdad que la otra (Rolleri, 2012).

Es importante notar que la gran mayoría de propuestas realistas en el ámbito de las teorías, utilizan a la verdad como correspondencia, sin embargo Diéguez (1998a) afirma que la teoría pragmatista ha ido tomando vuelo y en la actualidad ésta misma junto con la de correspondencia son las más utilizadas.

Por mucho tiempo el concepto de verdad ha sido fundamental para los filósofos de la ciencia, debido a las consecuencias epistemológicas que implica su aceptación dentro de una teoría; pero el concepto de “verdad” aplicado a las teorías, por el hecho de no poder definirse ni reconocerse precisamente, puede limitar a la ciencia convirtiéndola en una concepción parecida al mito, al no poder negarse ni afirmarse ninguna evidencia como real o verdadera; es por ello que el realismo científico ha buscado definirse a través del tiempo, tomando en algunos casos a la verdad como parte primordial y en otros como algo secundario en la actividad científica como veremos más adelante.

## **1.2 Realismo científico**

El realismo científico, como su nombre lo dice, está enfocado hacia la investigación científica y hacia cómo deben tomarse los resultados obtenidos por ésta. Este tipo de realismo sigue hablando sobre la existencia, pero no solo referida a las cosas, sino a las entidades postuladas en las explicaciones científicas, ya que el modo en que éstas son interpretadas afecta directamente al quehacer de la ciencia.

La posición acrítica tradicional del realismo científico supone que la relación entre las teorías y el mundo físico consiste en que las teorías dan la versión correcta de cómo es el mundo. (Rolleri, 2012).

De acuerdo al *Diccionario Akal de Filosofía*, el realismo científico es la “tesis según la cual el objeto de la investigación científica y de las teorías científicas existe con independencia del conocimiento que de él tengamos y la meta de la ciencia es la descripción y explicación de los aspectos observables y también de los inobservables del mundo” (Audi, 2004, p. 829). En esta primera definición debemos tomar en cuenta que la *descripción* y la *explicación* de los aspectos del mundo son una parte fundamental de las teorías científicas.

Stathis Psillos, dice que el realismo científico es una:

Visión filosófica acerca de la ciencia que consiste en tres tesis. La tesis metafísica: el mundo posee una estructura definida e independiente de la mente. Tesis semántica: **las teorías científicas** deben ser tomadas en sentido literal. Éstas son descripciones condicionadas por la verdad de su respectivo dominio, ambas observables e inobservables. La tesis epistémica: las teorías maduras y exitosas predictivamente, son verdades bien confirmadas y aproximadamente verdaderas respecto al mundo” (Psillos, 2007: 226)<sup>5</sup>.

Como podremos darnos cuenta, Psillos no cambia mucho la dirección que toma cada tesis en contraposición al realismo tradicional que ya hemos explicado, pues de hecho, menciona los mismos aspectos o tesis, dejando la parte metafísica como una sola, incluyendo y remarcando que en este caso el punto de interés son *las teorías científicas*. Sin embargo, en contraste con el realismo tradicional, esta definición sí enmarca tres aspectos del realismo científico; un aspecto metafísico, con la suposición de una realidad independiente; un aspecto semántico, que toma en cuenta a las teorías científicas como series de enunciados y propone el modo en que éstos deben ser interpretados; y un aspecto epistémico, admitiendo que pueden alcanzarse verdades sobre el mundo, relacionando el éxito de las teorías con su aproximación a la verdad. Esta postura hace ver a los científicos como aquellas personas mejor capacitadas para describir el mundo y a las teorías exitosas como reflejos confiables (aunque no infalibles) de la realidad.

Por otra parte, Hilary Putnam afirma que el realismo es parecido a una *hipótesis* empírica tomando en cuenta que podría ser falso y que depende de los hechos para apoyarlo o criticarlo (Diéguez, 1998b). De esta manera, Putnam cambia el modo de ver el realismo científico, colocándolo en el lugar de una conjetura, suposición o supuesto que busca comprender el éxito de la ciencia.

---

<sup>5</sup> “Philosophical view about science that consists in three theses. *The Metaphysical Thesis*: the world has a definite and mind-independent structure. *The Semantic Thesis*: **scientific theories** should be taken at face value. They are truth-conditioned descriptions of their intended domain, both observable and unobservable. *The Epistemic Thesis*: mature and predictively successful scientific theories are well-confirmed and approximately true of the world.” Traducción propia.

Sin embargo, nuestra postura podría convenir mejor con Antonio Diéguez, quien expresa que una de las mejores definiciones del realismo por su simplicidad es la de Feyerabend, quien dice:

El realismo científico es una teoría general del conocimiento [científico]. En una de sus formas supone que el mundo es independiente de nuestras actividades para hacer acopio de conocimientos y que la ciencia es el mejor modo de explorarlo. La ciencia no sólo produce predicciones, versa también sobre la naturaleza de las cosas: es metafísica y teoría de ingeniería en una sola (Feyerabend en Diéguez, 1998: 74).

Esta es una definición del realismo científico, definida como teoría general, donde Feyerabend, muy astutamente, presupone que puede tener más de una forma, pero que la más importante es que el mundo existe “con o sin nosotros” y que la ciencia es el mejor modo de explorarlo; el término “mejor” aquí va ligado al éxito y la utilidad social que la ciencia ha demostrado, en contraposición con otros intentos de conocer el mundo (como la magia o la astrología).

El realismo de Feyerabend define a la ciencia como la *institución*<sup>6</sup> que se ocupa de conocer la naturaleza de las cosas (reales), así como de producir predicciones. La ciencia es pues, la encargada por la humanidad (por ahora), para conocer el mundo y lo que hay en él, ya que ha demostrado su utilidad, ganando ese lugar y dicha responsabilidad.

Rom Harré se destaca de algunos filósofos por recordarnos que el factor humano siempre será parte de la ciencia y que, por tanto, el realismo científico “afirma que los métodos de la ciencia, combinados con los poderes intelectuales de los seres humanos, pueden darnos conocimiento confiable acerca de los estados del mundo más allá de los límites de la percepción” (Harré, 2012: 23)<sup>7</sup>. La contribución más destacada en la filosofía de Harré es precisamente recordar que las teorías por sí solas no brindan conocimiento, ya que existe toda una historia detrás de su

---

<sup>6</sup> Feyerabend define a la ciencia como institución en su *Tratado contra el método* (Feyerabend, 1986: 289).

<sup>7</sup> “Scientific realism asserts that the methods of science, combined with the intellectual powers of human beings can give us reliable knowledge of states of the world beyond the limits of perception.”  
Traducción propia.



desarrollo; es por esto que Harré se atreve a decir que a través de la ciencia (como proceso), podemos obtener resultados confiables para conocer el mundo. Esta definición también ha sido retomada por otros autores como Giere o van Fraassen para hacer notar el aspecto constructivo de la ciencia, aspecto que bien puede ser utilizado en pro o en contra del realismo científico. Es indispensable mencionar en este punto la definición de nuestro autor principal, Ian Hacking, quien puntualiza que “*el realismo científico dice que las entidades, los estados y los procesos descritos por teorías correctas realmente existen*” (Hacking, 1996: 39). Hacking ve al realismo como una actitud más que una doctrina, y hace una separación que me parece primordial en la comprensión del realismo científico, y es la segmentación del realismo en dos tipos principales, uno para teorías, y otro para entidades.

El problema con respecto a las teorías es si son verdaderas, o si son verdaderas-o-falsas, o candidatas a ser verdaderas, o si aspiran a la verdad. El problema con respecto a las entidades es si existen o no [...] El realismo acerca de las entidades nos dice que muchas entidades teóricas realmente existen [...] El realismo acerca de las teorías nos dice que las teorías científicas son verdaderas o falsas independientemente de lo que sabemos: la ciencia cuando menos aspira a la verdad, y la verdad es como es el mundo (Hacking, 1996: 45, 46).

Respecto a lo que “el realismo científico” es, Diéguez dirá que es una *doctrina* epistemológica, además de ontológica, semántica y hasta metodológica; no una hipótesis empírica como propone Putnam o una actitud como plantea Hacking; pero ante todo, lo define como una *propuesta* sobre el modo de interpretar las teorías; pero también sugiere que una correcta definición del realismo debe tomar en cuenta a dos grupos de filosofía realista, aquel que se centra en la verdad (o verosimilitud) de las teorías y el otro grupo, que abandona el concepto de verdad para explicar la relación de las teorías científicas con el mundo (Hacking, Harré, Giere, etc.) (Diéguez, 1998a); éste es el grupo que más nos interesa.

Colocándome en un punto neutral, no como defensor, ni como atacante del realismo científico, sino como investigador, y de acuerdo con las tesis citadas, podría definir “el realismo científico” sencillamente, como *una corriente científico-filosófica donde el punto en común entre sus partidarios es la existencia de una realidad como tal,*

independiente de los seres humanos, la cual es posible conocer directa (empíricamente) o indirectamente (teóricamente) y de manera aproximada mediante la práctica científica.

### 1.3 Variedades de realismo científico

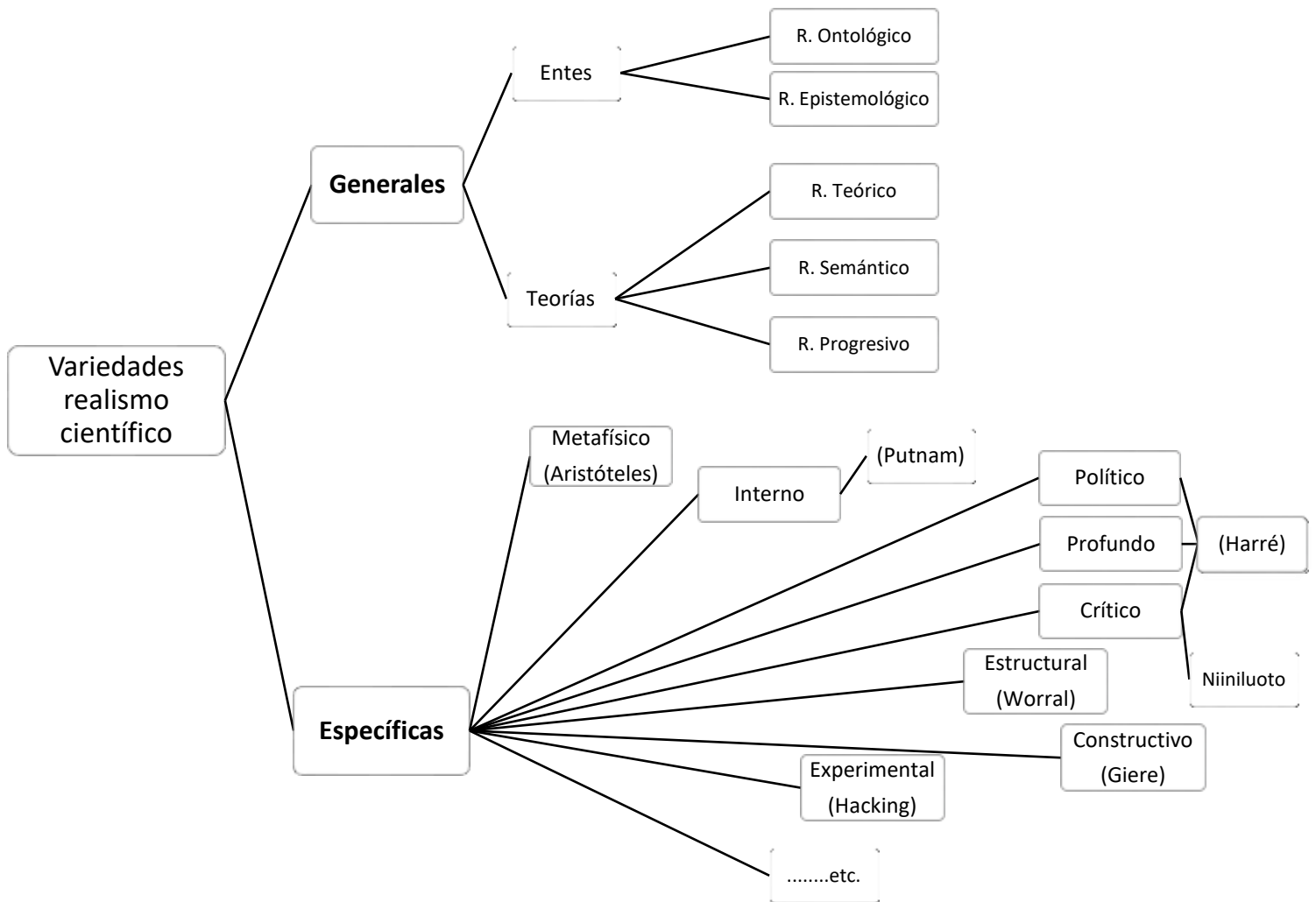


Diagrama 1. Variedades del realismo científico

El realismo científico se divide en distintos tipos, podríamos decir como algunos otros autores, que es posible que haya un tipo de realismo específico por cada filósofo realista, y la lista se haría interminable en este aspecto; pues como menciona Diéguez, para crear un nuevo realismo, basta con entresacar algunos puntos que el autor considere esenciales y ampliamente aceptados, para continuar

con una serie de máximas propias que en ocasiones resultan inaplicables y/o excesivas (Diéguez, 1998a).

Desde que surgió el debate respecto al realismo científico, parece que los filósofos han escogido su bando por motivos de predilección (Dummet, 1995); del mismo modo, como ya se ha mencionado, dentro del mismo realismo existen gran cantidad de divisiones, tesis y tipos. Dummet (1995) llegó a pensar que éste tendería a ser una sola tesis unitaria, sin embargo, la historia de la filosofía de la ciencia hará notar que no fue así, ya que el realismo se ha dividido en posturas y tipos variados.

Ya hemos hablado acerca del realismo científico y también hemos revisado algunas de las diferentes definiciones sobre el mismo concepto. En este apartado es momento de revisar algunas divisiones que se han hecho al realismo científico, así como distintos modos de concebir al mismo, los cuales han venido evolucionando y generándose como respuesta a los cambios en la ciencia (p.ej. la teoría cuántica). Veremos primero algunas maneras en las que se ha seccionado el realismo. Nancey Murphy divide al realismo en “moderno y postmoderno”, de acuerdo con esta autora el realismo *moderno* es aquel en el que los realistas intentan establecer una relación entre el lenguaje y el mundo valiéndose de conceptos sobre la verdad de las teorías o el éxito de la ciencia, mientras que el realismo *postmoderno* se restringe a la discusión sobre el significado y uso de las palabras *real* o *existencia* en el ámbito lingüístico y científico (Murphy, 1990).

Paul Feyerabend también hace una división que me parece interesante sobre los tipos de realismo en sus *Philosophical papers*, indicando tres versiones principales: a) la primera versión se refiere a las teorías que son elegidas como base para la investigación; al ser elegida una teoría, se asume que es verdadera; b) la segunda versión asumiría que las teorías científicas introducen nuevas entidades con propiedades y efectos causales; y en c) la tercera se asume la existencia de ciertos objetos en el mundo y que algunas teorías han logrado representarlos correctamente (Feyerabend, 1981).

André Kukla, por su parte, divide las variedades del realismo en dos modalidades: horizontal y vertical. De acuerdo a este autor, el realismo es *vertical* cuando se alude a algún objeto (de percepción, de sentido común, inobservable y abstracto); y

*horizontal* cuando se refiere a las tesis (semánticas, epistémicas y metafísicas) concernientes a dichos objetos (Kukla, 1998). Esta es solamente una aproximación de dicha división, pero ayuda a entender que así como existen diferentes tipos de realismo también existen variantes respecto a su clasificación, e incluso la nomenclatura usada por algunos autores cuya propuesta realista puede variar; como en el caso de Popper, que clasifica su realismo como crítico, pero en ciertos escritos se dice que defiende un realismo metafísico (Cárdenas, 2011), en otros un realismo conjetural (Chalmers, 2000) y en otros un realismo contemporáneo (Rivadulla, 2011).

### 1.3.1) *Variedades generales del realismo científico*

Las variedades de realismo que he llamado “generales” no han sido propuestas por autores específicos y son, de algún modo, los ingredientes de otras variedades más específicas.

Para entender esta clasificación, comenzaremos con la división que hace Mario Bunge al caracterizar el *realismo integral*. Aunque éste parece un tipo de realismo específico, Bunge tiene el ingenio de reunir en esta versión, siete tipos generales o ejes principales de realismo; estos tipos se describen de la siguiente manera:

- Realismo ontológico: el mundo exterior existe por sí mismo y la ciencia da por supuesta la existencia de la realidad.
- Realismo gnoseológico: Presupone el realismo ontológico; la realidad es cognoscible (puede describirse y comprenderse) mas nuestro conocimiento de ella no es perfecto pero puede mejorarse; el conocimiento fáctico es incompleto, indirecto y falible.
- Realismo semántico: algunas proposiciones tratan de hechos, no sólo de ideas; algunas de las proposiciones fácticas son verdaderas; y toda aproximación a la verdad es perfectible.
- Realismo metodológico: la estrategia más eficaz para “explorar el mundo” es el método científico; en el desarrollo de las teorías interviene de manera importante la creatividad del científico; las regularidades deben ser

explicadas por medio de la descripción de los mecanismos de los que surgen éstas.

- Realismo axiológico: existen los valores objetivos (aquellos arraigados en necesidades biológicas y sociales) y pueden ser defendidos o atacados racionalmente con ayuda del conocimiento científico.
- Realismo moral: hay hechos morales y afirmaciones morales verdaderas (y falsas); una proposición moral es verdadera si al ser llevada a la práctica, ayuda a “mitigar la miseria” o si se deriva de algún principio moral de nivel superior.
- Realismo práctico: hay pares medios-fines objetivos; medios objetivamente más eficientes que otros para lograr un determinado fin, pero debemos tomar en cuenta las consecuencias previsibles de nuestras acciones, el sometimiento a un principio de responsabilidad; presupone los realismos ontológico, semántico, gnoseológico, y se incluye el *principio de responsabilidad, también presupone el realismo moral* (MarioBunge.org, 2008).

El realismo integral de Bunge se encuentra formado por distintos tipos “generales” de realismo, llegando a incluir aspectos morales, éticos y prácticos, por lo que resulta un poco excesivo para los fines de este trabajo, sin embargo, es un buen punto de partida para entender las variedades del realismo que estamos proponiendo aquí.

Rom Harré, clasifica al realismo científico en dos aproximaciones solamente: epistémica y pragmática.

La característica principal de la aproximación *epistémica* es el manejo de conceptos como verdad, falsedad y verosimilitud; éste indica que el objetivo de la ciencia es la enunciación y testeo de las leyes, tomando a las teorías como grupos de proposiciones ordenadas deductivamente. La aproximación *pragmática* por su lado, ve a la ciencia como una práctica (no actividad teórica) y sus productos como cosas materiales (no enunciados); lo preponderante para esta aproximación consistiría en ensamblar *estructuras* de analogías, modelos y metáforas (Martínez, 1999). Esta clasificación es mucho más sencilla que la ofrecida por Mario Bunge y resulta algo

semejante a la división del realismo hecha por Ian Hacking entre realismo de teorías y realismo de entidades, sin embargo, deja de lado algunas nociones importantes de semántica y ontología. La división que nos parece más concreta y mejor explicada es la realizada por Antonio Diéguez, quien señala las tesis centrales que conforman las diferentes variedades del realismo (Diéguez, 1998a), o como las llamaremos: *variedades generales*.

Dichas tesis se describen de la siguiente manera:

- Realismo ontológico: Las entidades teóricas postuladas por las teorías científicas bien establecidas existen (aunque pueda haber excepciones). Los términos teóricos típicamente refieren a ellas.
- Realismo epistemológico: Las teorías científicas proporcionan un conocimiento adecuado, aunque perfectible, de la realidad tal como ésta es con independencia de nuestros procesos cognitivos.
- Realismo teórico: Las teorías científicas son susceptibles de verdad o falsedad.
- Realismo semántico: Las teorías científicas son verdaderas o falsas en función de su correspondencia con la realidad.
- Realismo progresivo: La ciencia progresa teniendo como meta la verdad. Las nuevas teorías contienen más verdad y/o menos falsedad que las anteriores (Diéguez, 1998b).

Esta clasificación consta de cinco tesis, las cuáles no es necesario aceptar en conjunto, pero sí poseen ciertas relaciones en las que al aceptar una es necesario aceptar otra mas no a la inversa.

Esta relación puede observarse en los siguientes diagramas.



Diagrama 2. Estos dos — R. Epistemológico y R. Ontológico — constituyen la base del realismo científico cuyo núcleo principal sería el realismo ontológico el cual no presupone al epistemológico pero si al contrario.

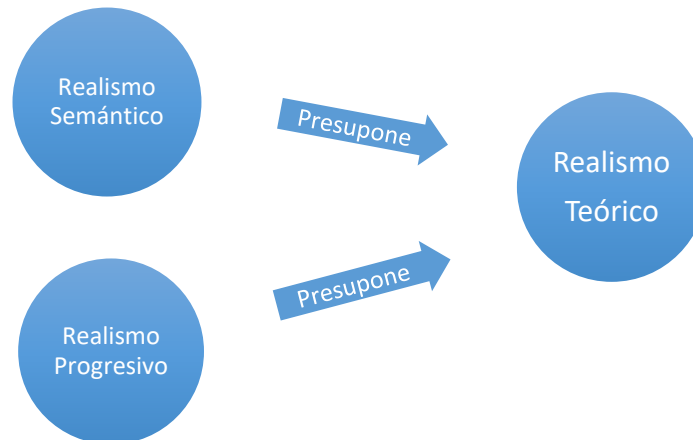


Diagrama 3. Estos tipos de realismo — semántico, progresivo y teórico — constituyen el problema de la verdad en la ciencia.

El aceptar el realismo epistemológico conlleva la aceptación implícita del realismo ontológico, y aceptar el realismo semántico o el progresivo significa aceptar también el teórico; de este modo el núcleo del realismo científico estará conformado (como afirma Hacking) por dos partes, realismo ontológico (o de los entes) y realismo teórico (o de las teorías).

Con esta división pueden deducirse los tipos específicos que mencionaremos más adelante, descomponiendo además claramente aquellos centrados en la cuestión de la realidad o la existencia, y aquellos enfocados a los conceptos de verdad o

falsedad; por lo tanto este será el modelo que utilizaremos en los subcapítulos siguientes.

Gracias a la división ya mencionada, es posible categorizar las posturas realistas que se derivan de las anteriores y los tipos de realismo más específicos. Enseguida mostraremos algunas tesis realistas para realizar una evaluación y así verificar la utilidad de la clasificación anterior.

Jarret Leplin (1984) hace una compilación de las tesis realistas, ninguna de las cuales, según este autor, es aceptada por todo realista declarado:

1. Las mejores teorías científicas actuales son por lo menos, aproximadamente verdaderas.
2. Los términos centrales de las mejores teorías de hoy en día tienen referencias genuinas.
3. La verdad aproximada de una teoría científica es explicación suficiente sobre su éxito predictivo.
4. La verdad (aproximada) de una teoría científica es la única explicación posible sobre su éxito predictivo.
5. Una teoría científica puede ser aproximadamente verdadera aun teniendo referencias fallidas.
6. La historia de las ciencias maduras al menos, muestra una aproximación progresiva hacia una descripción verdadera del mundo físico.
7. Las afirmaciones teóricas de las teorías científicas deben ser interpretadas literalmente y así ser marcadas definitivamente como verdaderas o falsas.
8. Las teorías científicas generan afirmaciones existenciales genuinas.
9. El éxito predictivo de una teoría es evidencia del éxito referencial de sus términos centrales.
10. La ciencia tiene como objetivo dar cuenta literalmente verdadera del mundo físico, y su éxito se estima de acuerdo a su progreso respecto al logro de este objetivo<sup>8</sup> (Leplin, 1984: 1,2).

---

<sup>8</sup> 1. The best current scientific theories are at least approximately true.  
2. The central terms of the best current theories are genuinely referential.  
3. The approximate truth of a scientific theory is sufficient explanation of its predictive success.  
4. The (approximate) truth of a scientific theory is the only possible explanation of its predictive success.  
5. A scientific theory may be approximately true even if referentially unsuccessful.



De acuerdo a la clasificación del realismo, los enunciados 1, 5, 6 y 10 pertenecerán al realismo *progresivo* y, por tanto, al teórico; el enunciado 2 irá de acuerdo al realismo *ontológico*; los enunciados 3, 4 y 7 serán del realismo *teórico*; el número 8 del realismo *semántico* y en consecuencia teórico; finalmente el número 9 pertenece al realismo epistemológico y de este modo también ontológico. Al encontrarnos con algunas repeticiones, nos preguntamos en primera instancia: ¿Podríamos prescindir de tantos enunciados para proponer las posturas del realismo científico?

Según Leplin, lo que todos los realistas sí comparten son las convicciones de “que, haciendo balance, el cambio científico, es progresivo, y que la ciencia hace posible el conocimiento del mundo más allá de sus manifestaciones empíricas accesibles” (Leplin, 1984: 1,2)<sup>9</sup>, pero esto queda aún a discusión porque como ya hemos visto, el progreso tiene que ver forzosamente con el concepto de verdad y no todo realista se encuentra comprometido actualmente con el uso de este concepto.

De acuerdo a la pregunta que hicimos anteriormente, podemos ver que las distintas tesis señaladas por Leplin contienen todos los tipos de realismo a veces repetitivamente, pero cabe destacar que existen otras formulaciones que en un principio parecerían más sintéticas y, sin embargo, no son completamente acertadas como la de Richard Boyd, quien “encarna al realismo” en cuatro tesis centrales:

1. Los términos teóricos en las teorías científicas (es decir: no observables) deben ser considerados como expresiones supuestamente adecuadas; esto significa que las teorías científicas deben ser interpretadas “realísticamente.”
2. Las teorías científicas interpretadas realísticamente pueden ser confirmadas y de hecho son confirmadas a menudo como aproximadamente verdaderas por la

---

6. The history of at least the mature sciences shows progressive approximation to a true account of physical world.

7. The theoretical claims of scientific theories are to be read literally, and so read are definitively true or false.

8. Scientific theories make genuine, existential claims.

9. The predictive success of a theory is evidence for the referential success of its central terms.

10. Science aims at a literally true account of the physical world, and its success is to be reckoned by its progress toward achieving this aim. Traducción propia.

<sup>9</sup> “that scientific change is, on balance, progressive and that science makes possible knowledge of the world beyond its accessible, empirical manifestations.” Traducción propia.

evidencia científica ordinaria, la cual es interpretada de acuerdo a estándares metodológicos ordinarios.

3. El progreso histórico de las ciencias maduras es en gran parte un asunto de aproximaciones cada vez más precisas a la verdad de los fenómenos observables e inobservables. Las teorías posteriores serán construidas sobre el conocimiento (observacional y teórico) encarnado en teorías previas.
4. La realidad descrita por las teorías científicas es independiente en gran parte de nuestros pensamientos o compromisos teóricos (Boyd, 1984: 41,42)<sup>10</sup>.

Boyd amplía su postura señalando que “El realismo científico ofrece una explicación para la legitimidad del compromiso ontológico de las entidades teóricas” (o no observables, como los átomos o los electrones) “...y lo hace, pretendidamente, explicando por qué las teorías que contienen entidades funcionan tan bien: porque dichas entidades, genuinamente existen” (Boyd en Laudan, 1984: 245). Esta es una postura que mantiene la división entre el realismo ontológico y el teórico; los enunciados 1 y 4 se relacionan al realismo epistemológico-ontológico, los enunciados 2 y 3 al progresivo-teórico, y en su afirmación sobre la existencia de las entidades, se refiere más que nada al ontológico, pero deja de lado la postura semántica, por lo que no podríamos decir que ésta es una enunciación completa del realismo científico.

McMullin, por su parte, también realiza un intento por simplificar al realismo constatando que la afirmación básica hecha por el realismo científico: “el éxito a largo plazo de una teoría científica da razón para creer que algo como las entidades

---

<sup>10</sup> “By ‘scientific realism’ philosophers typically understand a doctrine which we may think of as embodying four central theses:

1. Theoretical terms in scientific theories (i.e., nonobservational terms) should be thought of as putatively referring expressions; that is, scientific theories should be interpreted “realistically”.
2. Scientific theories, interpreted realistically, are confirmable and in fact are often confirmed as approximately true by ordinary scientific evidence interpreted in accordance with ordinary methodological standards.
3. The historical progress of mature sciences is largely a matter of successively more accurate approximations to the truth about both observable and unobservable phenomena. Later theories typically build upon the (observational and theoretical) knowledge embodied in previous theories.
4. The reality which scientific theories describe is largely independent of our thoughts or theoretical commitments.” Traducción propia.

y la estructura postulados por la teoría realmente existen” (McMullin, 1984, p. 26)<sup>11</sup>. McMullin pone un mayor énfasis a la existencia dependiente del éxito comprobado (con el tiempo) de una teoría; esta afirmación, aunque pareciera muy concreta, es un poco simplista pues no toma en cuenta la parte progresiva; ya que si las cosas fueran como menciona este autor, una teoría por ser nueva no tendría credibilidad y no existiría, por tanto, un progreso en nuestro modo de entender el mundo, pues todo dependería solamente de lo que el tiempo dijera.

Para Michael Levin “el realismo científico” implica que “las declaraciones teóricas, interpretadas literalmente, poseen el valor de verdad definitiva y, si son verdaderas, los objetos que postulan se encuentran emparentados ontológicamente con los objetos que percibimos ordinariamente” (Levin, 1984: 124)<sup>12</sup>. No obstante, las teorías científicas no pueden ser tomadas como totalmente verdaderas; es por esto que los filósofos han decidido ser más cautelosos y no dar crédito a posturas como la anterior, dándole al realismo científico cierta flexibilidad; como Arthur Fine, quien define al realismo como una explicación de la práctica científica, y dice que “nuestras teorías científicas aceptadas son aproximadamente verdaderas, donde ‘aproximadamente verdadero’ se toma para denotar una relación extrateórica entre las teorías y el mundo” (Fine, 1984: 86)<sup>13</sup>. Levin acepta la definición del realismo científico como una visión donde las teorías científicas pretenden ser verdaderas, o muy cercanas a la verdad, y ciertamente es una definición demasiado exigente, porque como ya se ha mencionado, el concepto de verdad definitiva es inalcanzable. Pero el hecho de citar a Levin será importante en el caso de la interpretación literal o realista de la que habla Boyd, la cual lleva implícita la aceptación de los objetos postulados (entes), dicha aceptación les confiere un parentesco ontológico con los objetos que podemos percibir (empíricamente) con los sentidos, teniendo así una postura epistemológica-teórica, lo cual quiere decir

---

<sup>11</sup> “The basic claim made by scientific realism, once again, is that the long-term success of a scientific theory gives reason to believe that something like the entities and structure postulated by the theory actually exists.” Traducción propia.

<sup>12</sup> “...theoretical statements, read literally, possess definitive truth values, and, if true, the objects they postulate are on a par ontologically with ordinary objects of perception.” Traducción propia.

<sup>13</sup> “...our accepted scientific theories are approximately true, where ‘being approximately true’ is taken to denote an extratheoretical relation between theories and the world.” Traducción propia.

que con el simple hecho de interpretar una teoría literalmente, se acepta que todo aquello que propone dicha teoría existe como existe todo lo demás, una postura un tanto excesiva y además incompleta de acuerdo a nuestra clasificación.

También es interesante conocer la postura antirrealista de Bas C. van Fraassen. Este autor es un *antirrealista* declarado y brinda dos definiciones del realismo científico. A la primera la llama *enunciación ingenua*, y dice que en el realismo “la imagen que la ciencia nos da del mundo es verdadera, fiel en sus detalles, y las entidades postuladas en la ciencia existen realmente: los avances de la ciencia son descubrimientos, no invenciones” (van Fraassen, 1996: 22). Esta postura es primeramente teórica, luego ontológica y finalmente epistemológica, pero van Fraassen recalca que sólo se hacen comprensibles los razonamientos de los realistas mediante la siguiente definición: “la ciencia se propone darnos, en sus teorías, un relato literalmente verdadero de cómo es el mundo; y la aceptación de una teoría científica conlleva la creencia de que ella es verdadera” (van Fraassen, 1996: 24).

La postura ingenua da por hecho que la ciencia logra llegar a la verdad (y ciertamente es ingenua respecto a este concepto inalcanzable), mientras que la propuesta hecha por van Fraassen indica que no lo hace inmediatamente, sino que se lo propone, o lo intenta, y de este modo nunca se dice si lo logra por lo que se niega de manera implícita su progresividad; además de esto, la inconsistencia principal se encuentra en la segunda parte, donde al aceptar una teoría se cree que ella es verdadera, pero nunca lo constata y, sin embargo, acepta que los científicos creen de verdad que llegaron a ese objetivo (de dar con un relato verdadero del mundo) al aceptar la teoría, una postura que tiende hacia lo semántico pero deja de lado lo teórico, porque las teorías científicas no serán las susceptibles de verdad o falsedad, sino que lo susceptible serían las creencias. Esta es una posición que sólo puede ser verificada por aquellas instancias que pudieran ver las teorías y de este modo aceptarlas. Como ya mencionamos desde la parte ontológica, interpretar literalmente una teoría implica creer que sus entes postulados realmente existen, pero este asunto deja algunas cuestiones: ¿existirá un acuerdo general entre los científicos o incluso entre los realistas sobre esta definición de van Fraassen

respecto a lo que la ciencia se propone? ¿Será correcta la definición de van Fraassen que desestructura la relación existente entre el realismo teórico y el realismo semántico? ¿Podría considerarse un mérito de van Fraassen mostrar lo vulnerable que es el realismo desde su perspectiva teórica o es sólo una manipulación muy perspicaz?

En oposición a la postura anterior, Ronald Giere propone que el objetivo de la ciencia no es este relato literalmente verdadero de cómo es el mundo; sino que su objetivo consiste simplemente en “la producción de modelos similares a los limitados aspectos del mundo determinados por el contexto científico” (Giere, 2005: 157)<sup>14</sup>.

Giere define al realismo más prudentemente: “como la opinión según la cual “cuando una teoría científica es aceptada, se considera que la mayor parte de los elementos de la teoría representan (en algún respecto, y en algún grado) aspectos del mundo.” (Diéguez, 1998a: 200). Incluso aclara en algún momento que su propuesta del *realismo constructivo* se refiere sólo a las representaciones científicas como los modelos y las hipótesis, la base ontológico-epistémica ya mencionada del realismo. El realismo constructivo de Giere será explorado más profundamente en el segundo capítulo de este trabajo, ahora sólo se presenta la definición del realismo según dicho autor.

Las definiciones de Giere me parecen más adecuadas, ya que no se refieren a un antirrealismo como el de van Fraassen, el cual implica saber cómo es que piensan todos los científicos y la idea de que la verdad absoluta es el fin de la ciencia como institución, sin haber definido dicha verdad, sino que advierte el factor humano de la ciencia (de modo similar a la postura de Harré), la cual se define de mejor modo como una construcción limitada por sus partes y su contexto, que además no afirma de ningún modo la posesión de las teorías más exactas con respecto a la realidad, lo cual expresa una posición más moderada y prudente respecto a la ciencia.

---

<sup>14</sup> “The aim of science is not ‘a literally true story of what the world is like,’ but merely the production of models similar to limited aspects of the world in ways determined by the scientific context-“  
Traducción propia.

### 1.3.2) Variedades específicas del realismo

Habiendo mencionado los tipos generales de realismo y tras haber hecho una clasificación dentro de algunas de las definiciones más representativas, es momento de conocer las *variedades específicas* del realismo científico. Se trata de posturas más precisas sobre uno o varios puntos en conjunto, los cuáles pueden ser clasificados dentro de algún tipo de realismo general. Ya que no es propósito de este trabajo conocer todos y cada uno de los tipos de realismo específico existente, solamente se han retomado algunos de los autores y tipos más representativos.

*A) Realismo metafísico:* Un tipo de realismo que resulta importante por su continuidad y el debate que se ha generado respecto al mismo, aún en la actualidad, es el realismo metafísico. Este tipo de realismo viene desde Aristóteles, quien representa su forma más pura y clásica (García Morente, 2004), pero que ha venido evolucionando dentro del debate científico. La postura actual del realismo metafísico se refiere a una noción de verdad la cual trasciende por completo a lo que los seres humanos conozcan. Según Putnam, (Putnam, 1982), el realismo metafísico afirma que existe una única descripción verdadera y completa de cómo es el mundo. Giere establece que aunque no juega ya ningún rol en la ciencia moderna, no es pertinente rechazarlo (Giere, 1990).

Clasificación: No es posible clasificarlo ya que aunque existiera dicha descripción de la realidad, no se acepta que pueda ser alcanzada por los seres humanos.

*B) Realismo convergente y Realismo interno:* En respuesta al realismo metafísico. Putnam ha propuesto dos versiones de realismo.

- *Realismo convergente*, considerado un realismo típico por Rivadulla, sostiene que los enunciados de la ciencia son verdaderos o falsos aunque no sepamos cuál es el caso; que las cosas designadas por las entidades teóricas existen y que las teorías establecen descripciones parcialmente verdaderas del mundo, y, finalmente, una teoría que es sustituida por otra similar debe ser considerada como aproximadamente verdadera (Rivadulla,

2011). Como dijera Rom Harré, es un intento semántico para relacionar la verosimilitud y la verdad: “la visión de que el aumento de la adecuación empírica de la ciencia como un todo implica la convergencia hacia mejores y más exactas teorías sobre el mundo” (Martínez, 1999).

Clasificación: una aproximación teórica que deja en duda la parte semántica pero acepta la parte progresiva.

- El *realismo interno* entiende la idea de verdad como una adecuación social óptima de la teoría respecto a la realidad, o como aquello que una comunidad racional encontrará coherente y en lo que llegaría a ponerse de acuerdo en un tiempo futuro. La *perspectiva internalista* (en oposición a Dummet) mantiene una premisa básica donde se indica que debe existir forzosamente una intermediación o referencia entre el conocedor y todo lo exterior (Putnam, 2001). De acuerdo con el realismo interno, la ciencia estaría buscando construir una imagen del mundo que satisfaga ciertos criterios de aceptabilidad racional, los cuáles servirán como puntos de referencia con la realidad (Diéguez, 1998a).

Clasificación: teórico y epistemológico, mas no ontológico.

Las alternativas de Putnam, como podemos ver, son intentos para definir acuerdos sobre el modo en que deberían verse las teorías científicas. En dichas propuestas, Putnam continúa utilizando el concepto de verdad, negando que algún día podamos saber si una teoría es verdadera o no en su realismo convergente, y reduciéndola a una convención humana en el realismo interno; Putnam no ha logrado establecer con claridad de donde viene dicha verdad.

C) *Realismo similar y Realismo profundo*: El mismo Harré también cataloga al realismo en dos tipos más aparte del convergente:

- El realismo similar (*policy realism*); (el cual ha defendido con más fuerza) tiene como idea principal que es razonable advertir que los modelos de las teorías científicas asemejan los aspectos del mundo que representan en cierto grado (Martínez, 1999), y que para poder poner a prueba algún modelo

será necesario que primero cumpla con cierto criterio de adecuación empírica y plausibilidad ontológica (Harré, 2012)

Clasificación: Epistemológico-ontológico

- Realismo profundo (*depth realism*); (el cuál se relaciona directamente con el primero) diría que los modelos que sustituyen aspectos inobservables del mundo se asemejan a dichos aspectos de manera relevante y en algún grado, comprende teorías que han sido empíricamente adecuadas, ontológicamente plausibles y manipulativamente eficaces (Rom Harré, en Martínez, 1999)<sup>15</sup>.

Clasificación: Epistemológico-ontológico

*D) Realismo conjetural:* Popper ha sido acusado de tener una postura incongruente, demasiado ingenua e incluso puramente metafísica, y sin embargo algunos autores, como Rivadulla, lo consideran como creador del realismo científico contemporáneo. (Rivadulla, 2011). El realismo conjetural se basa en la falibilidad (popperiana) del conocimiento, admitiendo que las teorías y sus afirmaciones acerca de entidades han sido reemplazadas en el pasado por teorías superiores con interpretaciones distintas del mundo; sostendrá que “el *objetivo* de la ciencia es descubrir la verdad acerca de lo que existe realmente y las teorías se valoran por la medida en que se puede decir que cumplen este objetivo” (Chalmers, 2000: 237); y que el hecho de que teorías pasadas hayan sido falsadas da una idea clara del ideal que éstas no alcanzaron. Una postura vista más como filosófica que científica y que será defendida de acuerdo a los problemas filosóficos que solucione (Chalmers, 2000).

Clasificación: Teórico-progresivo

Aunque esta postura es interesante, aún deja con ciertas dudas, sobre todo respecto al conocimiento científico, pues aunque cada falsación brinde alguna pista de lo que no es la verdad, no necesariamente brinda un panorama claro de hacia dónde se dirige la ciencia.

---

<sup>15</sup> “models which stand in for unobservable aspects of the world resemble those aspects in relevant respects and in some degree, provided that the theories expressing them were empirically adequate, ontologically plausible and manipulatively efficacious.” Traducción propia



*E) Realismo estructural:* Otra postura realista que para Chalmers es una versión sofisticada del realismo es el realismo estructural propuesto por John Worrall (1989), la cual tiene dos tesis fundamentales:

- a. Que las estructuras teóricas son las que describen el mundo.
- b. Que el cambio teórico preserva dichas estructuras (Rivadulla, 2011).

En otras palabras, el realismo estructural diría que la ciencia lo que intenta realmente es encontrar o captar la estructura de la realidad, la cual consiste en una estructura matemática que se va refinando constantemente haciéndose cada vez más precisa, aún a costa de los cambios que puedan tener las representaciones propuestas por las teorías. Chalmers lo considera un realismo *no representativo* (Chalmers, 2000). El realismo estructural supone que en cada cambio teórico en el que una teoría supera a otra, siempre existe algo que queda en pie, algo respectivo a las relaciones de las cosas (en palabras de Poincaré); realidad objetiva referida a ecuaciones que representan según Worrall, los elementos estructurales de las teorías, las cuáles importan aún más que el simple contenido teórico o representacional (Rolleri, 2012).

Clasificación: Resulta un tanto complejo pues parece una tendencia hacia lo progresivo sin aceptar la noción de verdad y no se compromete con las entidades, sino sólo con las estructuras matemáticas, por lo que tiende a una especie de instrumentalismo más que realismo.

Aunque el realismo estructural de Worrall parezca una postura sólida, tiene algunos defectos demostrados y refutaciones de sus tesis principales (Rivadulla, 2011), además del hecho de negar u ocultar la existencia de los entes proclamados por la ciencia, pues si la estructura matemática es lo único que puede considerarse objetivamente real, ¿entonces qué ocurre con todo lo demás?; la postura estructural se encuentra al borde del instrumentalismo, y sin embargo se considera asimismo realismo por el hecho de presuponer una estructura total de la realidad y la existencia de ésta independientemente de nuestra presencia en ella.

*F) Realismo crítico:* Se dice que este realismo ha sido apoyado por autores como Bhaskar, Niiniluoto, Popper y Boyd, entre otros; en esta versión del realismo científico se argumenta que los modelos y las teorías de la ciencia no pueden ser vistas como imágenes literales de la realidad, pero sí como representaciones parciales o tentativas de lo que hay. De este modo, resalta la naturaleza metafórica del lenguaje científico. Niiniluoto muestra claramente las cinco tesis que diferencian al realismo crítico de otros tipos, y en estas podríamos resumir que al menos una parte de la realidad es independiente de la mente desde el punto de vista ontológico, que la verdad es un objetivo esencial en la ciencia, pero al formar parte de una relación semántica, sólo es posible llegar a una aproximación suficiente en algunos aspectos relevantes para los científicos, y desde el punto de vista cognitivo el posible creer que la ciencia progresa y se autocorriges contantemente (Niiniluoto, 1999).

Clasificación: resulta complicado pues es una especie de realismo epistemológico con tendencia al antirrealismo constructivista.

*G) Realismo constructivo:* El realismo constructivo de Ronald Giere ha sido mencionado por distintos autores y el capítulo dos de este trabajo analiza dicho realismo a mayor profundidad ya que es una pieza clave para la desmitificación de la ciencia. El realismo constructivo está basado en un enfoque cognoscitivista enfocado a las representaciones en la ciencia; entiende a las hipótesis teóricas como aquellas afirmaciones sobre la semejanza de algún modelo teórico con algunos aspectos del mundo. Giere habla de las teorías, las cuáles se constituyen (según él) con hipótesis y modelos, y de la relación que éstos últimos tienen con los sistemas reales. En el realismo constructivo se da por hecho que las hipótesis guardan alguna semejanza con los sistemas reales con el simple hecho de aceptar que tales hipótesis son verdaderas. Giere establece en su realismo la diferencia necesaria entre un objeto *real* y uno *abstracto* (Rolleri, 2012). El realismo constructivo lleva implícita la idea de que el mundo es independiente de nuestros marcos conceptuales, de modo que la manera más próspera que

evaluar las teorías no es por medio de la verdad, sino por medio de criterios tales como la “ semejanza” o la “ similitud” (Cárdenas, 2011).

Clasificación: completando lo ya mencionado, este realismo es una especie de realismo ontológico-epistemológico a medias que contempla el aspecto teórico sin considerarlo relevante.

*H) Realismo experimental:* Para terminar con esta lista de realismos específicos, bien vale tomar en cuenta a nuestro autor principal, Ian Hacking, creador del realismo experimental el cuál será explicado con mayor precisión en el último capítulo.

Hacking hace una diferencia muy importante al hablar sobre el realismo científico; hace una división del realismo en dos partes, el realismo sobre las teorías y otro sobre las entidades. En el primero el problema principal es la verdad de las teorías, y en el segundo, la existencia de las entidades (Hacking, 1996). Pienso que esta diferencia es fundamental para la nueva comprensión y desmitificación de la ciencia.

Hacking centra su interés en los entes y en la manera en que los científicos intervienen con el mundo por medio de la experimentación (en el laboratorio). Podría decirse que es un realismo práctico que no deja de lado la parte teórica, ya que de ahí es de donde se postula una nueva entidad, pero insistiendo en que es por medio de la intervención experimental como se pueden llegar a obtener evidencias de su existencia. Sólo por medio de su manipulación e interacción con otras entidades conocidas es que se puede demostrar que se trata de una entidad real (Rolleri, 2012).

Clasificación: Ontológico-Epistemológico

Con esta clasificación ha sido posible comprender las posturas realistas, así como las tendencias más objetivas como el realismo experimental o algunas que aunque parecieran sólidas no pueden definirse del todo por su complejidad teórica como el realismo estructural. Ya que el realismo experimental se ajusta fácilmente dentro del realismo de los entes, y habiendo observado la implausibilidad de una búsqueda de la verdad por correspondencia, es que justificamos el estudio del realismo experimental

como un realismo sólido haciendo más interesante la explicación de dicha solidez.

#### **1.4 Realismo en la historia de la ciencia**

A través de la historia de la ciencia han existido momentos paradigmáticos en los que el realismo científico ha jugado un papel central, llevando a científicos y filósofos a pensar más prudentemente la postura que ha de tomarse respecto a las teorías y los entes postulados por la ciencia. En este transcurso se ha generado un cambio interesante que parece evolucionar de un realismo ingenuo a posturas realistas más concretas y fundamentadas como lo es el realismo experimental. La finalidad de este apartado consiste en comprender el modo en que el realismo científico comenzó a formarse y cómo es que con el transcurso de los años se ha convertido en una alternativa necesaria del pensamiento científico y filosófico.

##### *1.4.1) Copernicanismo*

Desde el siglo XVI, el mundo de la ciencia ha presenciado grandes cambios en el pensamiento, tanto filosófico, como científico. Desde que el clérigo, físico y astrónomo, Nicolás Copérnico (1473-1573) propuso y desarrolló en su *De revolutionibus orbium coelestium*, publicado en 1543 (Hanson, 1967) una teoría (heliocéntrica, antes pensada pero abandonada por griegos y romanos), en la que se colocaba al Sol como el eje desde el cual se movían los planetas, en contraposición de la teoría Ptolemaica, o mejor dicho geocéntrica, que colocaba a la Tierra como centro del universo. La propuesta copernicana parece muy lógica en la actualidad, pero debemos tomar en cuenta que en el tiempo de Copérnico este pensamiento generó una revuelta dentro de las creencias sobre el saber científico (aunque no instantáneamente), sobre todo en lo que respecta a las teorías platónicas sobre un principio de movimiento circular y las teorías aristotélicas sobre una cosmología sistemática, que dominaban el pensamiento científico (Diéguez, 1994). Y justamente con base en estas ideas era que los científicos buscaban

ajustar sus teorías. La teoría copernicana despertó un problema que se ha vuelto recurrente dentro de la filosofía de la ciencia y que en aquel momento no fue atendido adecuadamente, el problema de la realidad del mundo y su relación con nuestras teorías. Y desde esta perspectiva, ¿por qué no fue atendido dicho problema?

Ptolomeo logró formular un sistema complejo de movimientos planetarios en los que se ajustaba a los principios sustentados por Platón, es justamente Ptolomeo un gran ejemplo de cómo puede construirse una teoría para “salvar las apariencias”, pues hace un esfuerzo prodigioso para hacer concordar su modelo con las teorías físicas que se encontraban vigentes en su momento (Psillos, 2006).

Aun así, la teoría geocéntrica fue aceptada como un modelo de cómo era el mundo y ciertamente no se mencionan detractores significativos a dicho sistema. Sin embargo, en la proposición de la teoría heliocéntrica de Copérnico se presenta un prólogo del teólogo luterano Andreas Osiander, quien motivado por distintas creencias, y con el objetivo de suavizar las reacciones que pudieran ocurrir respecto a la nueva teoría, decidió recalcar: “Y no es necesario que estas hipótesis sean verdaderas, ni siquiera que sean verosímiles, sino que basta con que muestren un cálculo coincidente con las observaciones [...]” (Osiander en Copérnico, 1987: 3-4). Este pequeño comentario es el que ha provocado el resurgimiento de una discusión que se vendría gestando incluso desde tiempos medievales dentro del pensamiento filosófico: ¿son las hipótesis científicas una aproximación verdadera a lo que es el mundo?, ¿importa realmente que lo sean, o simplemente debemos conformarnos con que funcionen adecuadamente?

La teoría de Copérnico era evidentemente realista y no instrumentalista como Osiander (quien tampoco se reconocía como tal, pues el término no sería acuñado sino hasta 1903 por John Dewey); pero al final de cuentas, en el choque de las dos teorías, encontramos dos posturas emergentes (realista e instrumentalista), las cuáles nacen justamente en un contexto inicial de revolución científica (Kuhn, 2004), el cual genera cierta incomodidad por el cambio de paradigma que ello implica, y dicho cambio, aunque en un principio trata de mitigarse con una postura más

“prudente”, no se deja ocultar demasiado y vuelve como un golpe con más fuerza por la mano de Galileo.

Galileo Galilei (1564-1642), físico y astrónomo italiano, fue el primero en utilizar el telescopio inventado en Holanda, duplicándolo e implementándole mejoras para la observación astronómica. Galileo es también un ejemplo sobre el libre pensamiento y la actitud científica pura que va en contra de los mandatos religiosos y que se enfoca en el conocimiento real del mundo.

Se dice que Galileo era realista, e incluso hiperrealista en el aspecto de aceptar el modelo copernicano como un reflejo real del mundo físico (Zanotti, 2011). El primero en defender la teoría heliocéntrica, sin embargo, fue Johannes Kepler, con argumentos firmes y una interpretación realista sentando las bases de la dinámica celeste, corrigiendo incluso la teoría copernicana respecto a los movimientos circulares que habían sido propuestos inicialmente, y cambiando también la visión de la astronomía como una disciplina conjunta con la física y no una disciplina meramente matemática (Diéguez, 1994); sin embargo, fue Galileo el encargado de darle al copernicanismo una base sólida y una nueva imagen física en la cual pudiera asentarse.

Lo esencial dentro de esta querrela respecto a los modelos planetarios no fue el hecho de tener que aceptar un nuevo modelo, sino el modo en que se debía publicar lo que se estaba aceptando. Como comenta Feyerabend, la teoría copernicana había sido refutada, así como la idea de que lo que vemos por el telescopio es una imagen de lo que existe realmente en el cielo, sin embargo, el éxito de Galileo se debió a su modo tan agudo de explicar las cosas, su capacidad de persuasión y su estilo (Feyerabend, 1986). Pero una problemática sustancial respecto a las explicaciones de Galileo era precisamente que el modo de decirlo era reconociendo que el sistema de Copérnico representaba la estructura real del Universo, contradiciendo incluso *la Biblia* al aceptar los movimientos de la tierra y la estabilidad del Sol como hechos reales (Drake, 1967), es decir, lo que condenó la iglesia era la postura realista de Galileo que desafiaba la filosofía aristotélica y las creencias religiosas mismas.

Incluso en el pensamiento de Urbano VIII (Papa de 1623-1644), quien lo consideraría como alguien estimado, era imposible afirmar cualquier cosa sobre el mundo del modo en que lo hacía Galileo, pues hacerlo sería acceder a la mente de dios, y desde esa perspectiva era algo imposible e incluso ofensivo de ser pensado (Zanotti, 2011).

El cardenal Bellarmino pidió en su momento a Galileo cambiar de posición a una meramente hipotética, sin embargo, para Galileo esto no era una opción, pues él estaba completamente del lado de la ciencia, y se negaba a aceptar que la iglesia interviniera con sus asuntos bíblicos en las controversias científicas (Drake, 1967). Bellarmino aceptaba la utilidad y eficacia del sistema copernicano, pero buscando para éste un lugar meramente hipotético sin ninguna certeza. Para una iglesia en decadencia, resulta bastante comprensible el hecho de querer negar nuevas ideas que se opusieran a las creencias y a los escritos bíblicos, por lo cual quisiera llamar a esta postura un “antirrealismo por conveniencia”. Es interesante notar lo que comenta Diéguez sobre que los principales enemigos de Galileo, los filósofos aristotélicos que se negaban a ceder su poder respecto a la imagen física del mundo que ellos mismos defendían, y que influyeran tanto en el juicio a Galileo, instigando a los representantes de la iglesia, pues esto nos muestra lo peligrosa que puede ser la aceptación sin límites de un postulado filosófico; así, esta sonada discusión fue más una cuestión de poder que de conocimiento sobre la realidad del mundo (Diéguez, 1994).

Galileo hizo una distinción entre lo aparente y lo real, aceptando que el mundo estudiado por la ciencia es el mundo de las cualidades primarias: inmutable, objetivo y sujeto a la exploración matemática (Psillos, 2007), pues recalcó que los sentidos pueden no decirnos todo lo que existe correctamente, ya que el “libro de la naturaleza” está escrito en un lenguaje matemático (Psillos, 2006). Con todo lo anterior podemos ver que la postura de Galileo era eminentemente realista respecto a la ciencia (Diéguez, 1994). La posición de Galileo es una postura realista en donde el científico que propone una teoría cree que ésta es verdadera. Aquí nace el realismo científico propiamente dicho, gracias a Galileo, sin ser pronunciado como tal, en contraposición a un antirrealismo conformado por el Instrumentalismo de

Osiander, un Conjeturalismo de Bellarmino (el cual niega que el hombre pueda alcanzar la certeza de las cosas) y el Contingentismo epistemológico del Papa Urbano VIII (que considera fútil cualquier intento de conocer la mente divina) (Zanotti, 2011). De este modo, Galileo intervino en el modo de pensar científico, y aunque de ninguna manera podemos verlo como un científico del siglo XX, sí podemos constatar que abrió una brecha cardinal para que la ciencia pasara de ser un *conocimiento demostrado* con la mera explicación a un *conocimiento empíricamente corroborado* por medio de evidencias fácticas. Aunque Galileo viera a las hipótesis como especulaciones útiles y provisionales, no las consideraría así cuando éstas tuvieran que ver con leyes matemáticas confirmadas experimentalmente, sino que las vería como descripciones verdaderas de la estructura esencial de los fenómenos (Diéguez, 1994), una estructura que estaría directamente ligada a la estructura de la realidad. Es así que el realismo de Galileo podría pecar de ser un tanto excesivo al considerar las matemáticas como el fundamento de la realidad, pues ésta sería un juicio *a priori*, y ciertamente los científicos y los filósofos de la actualidad no se atreverían a asegurar tal enunciación, pero podemos considerar que para el momento histórico y el conocimiento que se tenía en ese entonces, no sería un gran error pensar en un nuevo modo de ver la realidad, separado de las creencias religiosas y enfocado más a un conocimiento objetivo. Si bien Galileo no fue estrictamente un filósofo, pudo expresar un enunciado filosófico muy sugerente escribiéndole a Cristina de Lorena que para condenar una posición natural lo debían hacer no aquellos que la tienen por verdadera, sino aquellos que la consideran falsa (Galilei, 2006). En este enunciado, que en primera instancia se dirige a los críticos del copernicanismo, Galileo muestra justamente su postura hacia el sistema ptolemaico y elegantemente insta a sus críticos a expresarse por medio de los hechos, no de las palabras, que justamente podríamos aplicar a las posturas realistas y antirrealistas. Se dice que tanto Galileo como los miembros de la Iglesia creían en el realismo como la existencia de un universo exterior que afecta nuestros sentidos, y que incluso los inquisidores eran realistas (Deutsch, 2002).



Podríamos decir que éste es el primer vestigio del realismo científico en el mundo de la ciencia, pero lo curioso del caso es que hay autores que afirman que el copernicanismo no era realmente tan diferente de la postura ptolemaica, y que realmente no era necesario considerarlo como parte de una revolución, sino tal vez simplemente como una perturbación en la ciencia (Hanson, 1967). Sin embargo, algo que lo convirtió en un hecho fundamental fue la discusión que se tuvo en torno a éste, discusión que como ya hemos visto, tenía su origen en una concepción antirrealista basada en la conveniencia religiosa. El realismo científico como tal no será reconocido sino hasta después, por medio de una disciplina específica propia que es “la filosofía de la ciencia”.

La constitución de la filosofía de la ciencia como disciplina se da hasta el siglo XIX y durante este tiempo ha sufrido distintos cambios teóricos (Rolleri, 2012), más ha mantenido algunas costumbres de su antigua posición (dentro de la teoría general del conocimiento), defendiendo ciertas afirmaciones de la ciencia, identificando los excesos epistemológicos e intentando guiar la práctica y el pensamiento científico. Diéguez (1998) explica que una de las principales fuentes del realismo científico se da precisamente en el ámbito de la ciencia moderna, con las dificultades del instrumentalismo respecto a la existencia de los átomos expuestos por la física y en especial por la química. “Instrumentalismo” es un término acuñado por John Dewey, el cual es utilizado en filosofía de la ciencia para designar al “enfoque que indica que las teorías científicas no deben de tomarse como descripciones literales o exactas del mundo natural, sino como meras herramientas o ‘instrumentos’ que permiten las predicciones empíricas y la consecución de otros fines prácticos” (Vargas-Mendoza, 2008: 54).

#### *1.4.2) La teoría atómica*

En 1808, John Dalton publicó su teoría atómica como explicación de la ley de conservación de la materia (la materia no se crea ni se destruye durante las reacciones físicas o químicas), de las proporciones definidas (una composición química contiene la misma proporción de masa sin importar el tamaño de la muestra

o el origen del compuesto) y de la ley de proporciones múltiples (si dos o más compuestos distintos están formados por los mismos dos elementos, la razón de la masa del segundo elemento, combinado con una cierta masa del primer elemento, será siempre en proporción de números enteros sencillos). La teoría estaba basada en 5 postulados y mantenía que toda la materia está constituida por átomos con las mismas propiedades y estructura que sólo varía dependiendo del elemento que conforman, que no podían destruirse o dividirse, y que se mezclaban para formar compuestos. Finalmente y debido a que el atomismo nació en la química, Dalton afirmaba que los átomos se reacomodaban y combinaban al efectuarse una reacción química (McGrath & Lerner, 2004).

Aunque el atomismo ya había sido propugnado en la antigüedad por Leucipo y Demócrito en el siglo quinto antes de Cristo y desarrollado por Aristóteles como la posibilidad de un límite de divisibilidad de la materia (van Melsen, 1967), fue Dalton quien desarrolló teorías químicas y propuso su aplicabilidad a la ciencia, ocupando también una posición central en la discusión científica-filosófica aún antes de publicar sus trabajos por completo.

El atomismo existió en concordancia con el mecanicismo o filosofía mecanicista surgida en el siglo XVII; en la cual todos los fenómenos naturales son explicables mecánicamente en términos de materia en movimiento (Psillos, 2007). Sin embargo, el primer indicio del uso moderno del término átomo como parte de un hecho científico se da en la primera parte del *New System of Chemical Philosophy* de Dalton publicado en 1808, donde combinó los conceptos de elemento y átomo, una concepción muy distinta a la química de la Edad Media donde los elementos eran simplemente las sustancias de las que se componían los cuerpos (Diéguez, 1998a). En este cambio influyó bastante Robert Boyle (1627-1691) el mismo creador de la filosofía mecanicista (la cual utilizaría como arma contra el aristotelismo), pues además propuso la idea de que la materia estaba formada por elementos indivisibles y no sustancias elementales, esta idea es justamente la que inspiró a Dalton a proponer el atomismo como solución a sus explicaciones faltantes. Es probable que Dalton no creyera fervientemente en los átomos, pero la existencia de no sólo hacía de su existencia una hipótesis conveniente, sino necesaria para explicar más de

una regularidad empírica. En 1789, Antoine Lavoisier publicó sus resultados de cuidadosos experimentos químicos en los que había podido encontrar sustancias en su estado más simple a las que llamó “elementos”, los cuáles reaccionaban siempre al combinarse en la misma proporción, sin embargo, manejó estas proporciones como volúmenes sin tener una explicación concreta a estos resultados experimentales tan consistentes (Korenic, 2004). Pero con el temor de equivocarse, Lavoisier excluyó a la teoría atómica de sus resultados considerándola perjudicial, aún sin haber fundamentado tales argumentos y generando así un rechazo general entre sus colegas químicos de ese tiempo.

Sin embargo y a pesar de dicho rechazo, la teoría atómica sirvió de apoyo para otros científicos, como Richter, en 1792, y su teoría sobre la composición de ácidos y bases, o Proust en 1799 en la ya mencionada “ley de las proporciones definidas”, mediante la cual el mismo Dalton pudo desarrollar la ley de las proporciones múltiples, la cuál puede ser entendida y explicada por medio de combinaciones entre los “átomos” de cada elemento, sirviendo además como una base utilizada por Dalton para proponer la primera tabla de pesos atómicos relativos tomando el peso del hidrógeno como unidad, es decir, el peso de un átomo de hidrógeno (Diéguez, 1995).

Si bien se aceptaban los resultados de Dalton, no se aceptaba la teoría atómica como un hecho real, por lo que los átomos eran vistos como unidad de reacción química mas no como un ente real. Discusión que se extendió a lo largo de buena parte del siglo XIX. Puede decirse que el atomismo tomó más fuerza gracias al desarrollo en 1850 de la teoría cinético-molecular de los gases (Clausius, Maxwell y Boltz), explicada por el supuesto de la existencia de los átomos como materia constitutiva, incluso de los gases. Y ahí no quedó el asunto, pues debido al éxito de la teoría cinético-molecular, James Prescott Joule pudo explicar la conversión del calor en trabajo mecánico. Además, Clausius, en 1857, le atribuía propiedades a las moléculas (átomos) para explicar también los cambios entre los estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso). Y para terminar, en esta época, Ludwig Boltzman analizó el “segundo principio de la termodinámica” desde una perspectiva mecánica, ofreciendo una definición precisa de la entropía y dando además una

solución a la paradoja de la irreversibilidad, demostrando de nuevo la compatibilidad entre las leyes de la mecánica y de la termodinámica (Diéguez, 1998a). Sólo después de tales éxitos teóricos explicados a partir del atomismo, fue considerado el átomo como una posibilidad real y en 1860 se celebró un encuentro internacional de químicos en Karlsruhe, el cual terminó siendo un intento fallido de quedar en un acuerdo sobre el tema de los átomos, más no fue en vano, ya que Stanislaw Cannizzaro repartiría copias de su intervención donde mostraba los trabajos de Amedeo Avogadro (Diéguez, 1995), quien desde 1811 proponía que (si la teoría atómica era cierta), el número de partículas de gases con un mismo volumen, deberían ser las mismas si dichos gases se encontraran bajo las mismas condiciones de temperatura y presión (Bronstein, 2004). Dicho trabajo permitía desarrollar un método para calcular con exactitud los pesos atómicos y las fórmulas moleculares despertando gran interés.

Hubo, sin embargo, voces críticas que siguieron estando en contra de la hipótesis atómica. Una de ellas es la del químico Wilhelm Ostwald, quien desarrollaría el “energetismo”, una teoría en la que proponía que el estado fundamental de las cosas no era la materia, sino la energía, y que las partículas sólo debían tomarse como ficciones matemáticas meramente explicativas (Diéguez, 1998a). También estaba la de Henry Poincaré, el iniciador del llamado convencionalismo, que enfatizaba que las teorías científicas son una mezcla entre convenciones y hechos, entendiendo como convención aquellos principios aceptados meramente por conveniencia para hacer posible la ciencia (Psillos, 2006), considerando de este modo al atomismo como un simple apoyo para el entendimiento y no más. Otra fue la de Pierre Duhem, científico y filósofo de la ciencia, positivista y con inclinación convencionalista, defendía una posición instrumentalista expresando que lo mejor era evaluar la teoría atómica por su utilidad para explicar y no por la existencia de los átomos (Diéguez, 1995), pues pensaba que la hipótesis de su existencia pertenecía a la metafísica y no a la ciencia (Psillos, 2006). Y finalmente, la posición filosófica más sugestiva y elaborada fue la de Ernst Mach (Diéguez, 1998a), físico y filósofo de la ciencia, que se resistió al atomismo indicando que el mundo (o la realidad) estaba conformado por las sensaciones solamente, y los conceptos e

hipótesis serían solo instrumentos o símbolos mentales para sintetizar las sensaciones (Diéguez, 1995).

Dichos personajes tomaron una actitud “prudente” ante la idea de la realidad de los átomos, teniendo siempre presente el valor heurístico (o útil para lograr descubrimientos) que había adquirido el atomismo, pero negando ante todo la posibilidad de que éstos existieran físicamente o que se pudiera hablar sobre ellos como algo real, pues ésta era aún una hipótesis no comprobada.

Finalmente y después de que la ciencia había adquirido ya cierto grado de madurez, Albert Einstein (1897-1955), presumiblemente el científico más trascendente de todos los tiempos, publicó en 1905 un artículo (de los cinco artículos famosos que publicó ese año) donde hablaba sobre el movimiento browniano, referido al movimiento constante pero aleatorio que puede observarse con un microscopio de las pequeñas partículas coloidales, como el polvo o el polen, y que aumenta al incrementar la temperatura (Thomson Learning, Inc, 2004). Einstein proporcionó una ecuación para determinar el desplazamiento medio de las partículas donde colocaba la constante  $N$  o número de Avogadro referido al número de moléculas en un mol (molécula-gramo) de cualquier sustancia. Esta ecuación sería puesta a prueba en 1908 por el químico Jean Perrin, quien había conseguido un valor más preciso de  $N$  (Diéguez, 1995), y mediante una serie de experimentos, utilizando pequeñas partículas de un tamaño y masa conocidas por él previamente (Thomson Learning, Inc, 2004), reconoció que los resultados que predecía la ecuación de Einstein eran coincidentes con lo que se mostraba, en los experimentos, la naturaleza molecular (y atómica) de la materia.

Al final de cuentas, Ostwald y Poincaré se pronunciaron a favor del atomismo y aceptaron su error, sin embargo, Mach y Duhem se mantuvieron en su postura instrumentalista (antirrealista) (Diéguez, 1998a).

### *1.4.3) Teoría Cuántica*

Como ya se mencionó, la historia no quedó allí, y de hecho, se hizo más compleja con la llegada de la teoría cuántica; con el conocimiento del átomo y la aceptación

de su existencia vinieron los intentos consecuentes para generar modelos que explicaran la naturaleza y comportamiento de los átomos.

La evolución del modelo atómico trajo consigo el descubrimiento de nuevas partículas (subatómicas) en las cuales éste podía dividirse. La primera fue el electrón, partícula descubierta por medio de experimentos que buscaban conocer los efectos de la electricidad en la materia. Los electrones fueron confirmados como partículas con masa y carga eléctrica negativa por el físico Joseph John Thomson en 1897, y bautizados posteriormente por G. Johnstone Stoney, pero fue Robert A. Millikan quien pudo calcular la carga y masa de un simple electrón, concluyendo también que como los experimentos eran realizados con diferentes gases, los electrones deberían estar presentes en todos los elementos. Pero estas partículas negativas no eran suficientes para entender la configuración del átomo, y es así que después de algunos intentos, Ernest Rutherford llegó a la conclusión provisoria de que el átomo tenía un núcleo central alrededor del que girarían sus partículas más pequeñas, y que además del electrón debían existir partículas con carga positiva. Dichas partículas fueron descubiertas por Henry Gwyn Jeffreys Moseley, quien en 1913 reveló que cada elemento contenía una carga positiva única en su núcleo, y que por tanto, dicho núcleo debía contener partículas con esa carga, los protones, y además, este número de protones definiría el *número atómico*, utilizado posteriormente en la tabla periódica de los elementos. El número atómico permitió hacer predicciones correctas respecto a elementos que pudieran descubrirse en el futuro. Sin embargo, teniendo un modelo teóricamente estable, no se conseguía entender cómo era que las masas de las dos partículas subatómicas no juntaban la masa total del átomo. No fue hasta 30 años después de haberse descubierto los electrones que pudieron encontrarse dichas partículas, las cuales ya se intuía que debían tener una masa parecida a alguna de las otras partículas subatómicas pero una carga neutral. Es así que en 1932 James Chadwick descubría los neutrones basándose en los experimentos con partículas *alpha* (partículas con carga positiva de +2 y una masa alrededor de 4 veces un átomo de hidrógeno) de Irene Joliot-Curie y deducía que éstas partículas formaban la mayor parte del núcleo del átomo junto con los protones (McGrath & Lerner, 2004).

Sin embargo, el origen de la física cuántica se remonta a 1900, gracias al físico Alemán Max Planck, quien propuso la hipótesis de que debía existir algún *paquete fundamental de energía* para comprender la emisión de radiación electromagnética en objetos calientes; dichos paquetes les llamaría 'quanta'. Un cuanto es, pues, la cantidad mínima o unidad de energía. La idea del cuanto serviría posteriormente para comprender mejor la estructura del átomo; en 1913 Neils Bohr se dio cuenta de que el concepto del *quantum* podría explicar el acomodo de los electrones en un átomo, aspecto que no quedaba aún explicado por el modelo de Rutherford ya mencionado.

Adentrándose más a la dinámica de los electrones, Werner Heisenberg declaró en 1927 que la velocidad precisa y el momento de un electrón no pueden conocerse simultáneamente con total precisión; a esto se le conoce como "principio de indeterminación", con el cual se entendió que la función de onda de Schrödinger solo permitía describir la probabilidad de encontrar un electrón en determinada órbita. Este descubrimiento generó una modificación al modelo atómico de Bohr, comprendiendo que los electrones no podrían seguir órbitas circulares, sino órbitas distintas por cada electrón generando una configuración que varía dependiendo de cada elemento (Korenic, 2004).

La mecánica cuántica o teoría cuántica entonces es la parte de la física que estudia los objetos de dimensiones atómicas y subatómicas que ya hemos mencionado; su formulación ortodoxa dice que un estado cuántico puede evolucionar de dos modos: cuando no es observado evolucionaría de acuerdo a la ecuación determinista de Schrödinger (Audi, 2004), la cual ayudaría a calcular cómo es que un electrón con cierta cantidad de energía se mueve (Korenic, 2004); sin embargo, cuando el sistema es medido, el proceso de medida que se utilice modifica el estado del "paquete ondulatorio" de dicho sistema (Audi, 2004).

Este es un problema para lograr la predicción dentro de un sistema cuántico y es por esto que se utiliza un elemento de probabilidad llamado *función de estado o función de onda* (representado con la letra griega  $\psi$ ), desarrollada por el mismo Schrödinger (Audi, 2004); dicha función representa el estado físico de un electrón que puede tomar valores complejos imaginarios.

De acuerdo a Hans Reichenbach, los problemas filosóficos referentes a la teoría cuántica se dividen en dos partes; la transición de leyes causales a leyes probabilísticas, y la interpretación que debe dársele a los objetos no observables (Reichenbach, 1944).

En este apartado tomaremos en cuenta la segunda parte, ya que es la que tiene que ver directamente con el realismo científico.

Antonio Diéguez simplifica de una buena manera las interpretaciones que se dieron acerca del significado de la función  $\psi$ :

- 1) Representa algo real (un campo físico de algún tipo, ciertas propiedades objetivas) de un sistema cuántico individual.
- 2) No representa nada real; es simplemente un instrumento matemático para calcular las probabilidades de obtener ciertos resultados en posibles mediciones efectuadas sobre sistemas microfísicos individuales.
- 3) Describe nuestro estado de conocimiento sobre un sistema microfísico.
- 4) No representa una realidad actual, sino más bien un conjunto de potencialidades que podrían ser actualizadas de acuerdo con las condiciones experimentales.
- 5) Describe el comportamiento de un conjunto de sistemas, nunca de un sistema sólo. (Diéguez, 1998a: 44)

En dichas interpretaciones van ligadas cuestiones epistemológicas y ontológicas; de acuerdo a lo que hemos visto, con la teoría cuántica y la mecánica de las partículas subatómicas, las cuales se ven modificadas por medio de la observación, quedando desconocido su valor exacto o real.

¿Es la conciencia humana lo que afecta a los sistemas cuánticos?, ¿son los instrumentos un modo de determinar la realidad?, ¿es la física cuántica una teoría incompleta?, ¿es la realidad física real, es decir, independiente de nuestra mente?; éstas fueron algunas preguntas que estuvieron en pugna entre importantes físicos como Einstein y Bohr, quedando por mucho tiempo aceptada la interpretación de Copenhague, que es una interpretación antirrealista, y a la cual pertenecen las tesis 2 y 3 antes citadas. Dicha interpretación fue fortalecida posteriormente por el teorema matemático de John Bell y los experimentos de Alain Aspect (Diéguez, 1998a); los cuales probaban que la mecánica cuántica violaba el principio de



localidad (no acción a distancia), base del realismo einsteiniano; dicho descubrimiento permitió además la proposición de Hugh Everett sobre la existencia de universos paralelos, en cada uno de los cuales era real uno de los resultados posibles de un proceso de medida en un sistema cuántico (Psillos, 2007).

Los temas de la mecánica cuántica y de la estructura del átomo reabrieron la discusión que se pensaba ya estaba cerrada sobre la existencia de los entes teóricos y sobre la existencia de una realidad independiente del ser humano. Desde este análisis podemos entender que ciertamente es difícil hablar de una realidad independiente por completo del observador, en tanto sepamos que nuestra intervención afecta directamente a un sistema cuántico: y desde luego hablar sobre la realidad de las partículas subatómicas fuera de un ámbito experimental resulta aún más complicado. Por su parte, Diéguez dice que “los resultados empíricos y los análisis teóricos en física cuántica ni apoyan ni refutan concluyentemente el realismo”, pues como vimos, las interpretaciones son diversas y la discusión entre los físicos continúa (Diéguez, 1998a).

Como vemos, el realismo científico ha venido cambiando y reformulándose, comenzando desde un realismo ingenuo con Galileo (quien consideraba al modelo geocéntrico como un reflejo fidedigno de la realidad), siendo fortalecido por el atomismo y puesto de nuevo en duda por la teoría cuántica. El realismo científico es y ha sido una postura en cambio constante, pero si vemos las cosas en retrospectiva, caeremos en la cuenta de que ello no necesariamente debe quitarle credibilidad; y aunque algunos autores consideren que el realismo científico ha muerto (Cordero-Lecca, 2009), en realidad deberán admitir que si eso es cierto, entonces hay que aceptar su eterna resurrección, pues permanecen aún entre sus escombros las bases del mismo fundadas en el realismo ontológico y epistemológico, que pueden ser explicadas mediante un realismo experimental.



## CAPÍTULO 2

### REALISMO CONSTRUCTIVO

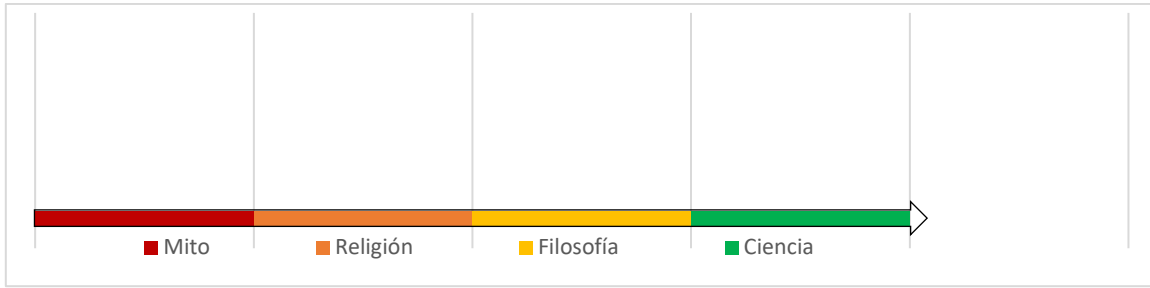
#### 2.1 Biografía de Giere

Ronald Giere (1938), nacido en Cleveland, Ohio, Estados Unidos, actualmente es profesor emérito de filosofía, miembro y exdirector del Centro de Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Minnesota, autor de *Understanding Scientific Reasoning* (5th ed 2006); *Explaining Science: A Cognitive Approach* (1988); *Science Without Laws* (1999); y *Scientific Perspectivism* (2006).

Editor de varios volúmenes en filosofía de la ciencia. Miembro de la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia, miembro veterano del consejo editorial de la revista *Philosophy of Science*, y expresidente de la Asociación de Filosofía de la Ciencia (PSA) (University of Minnesota, s.f.) .Gran defensor de *la visión semántica de las teorías* y del *naturalismo metodológico*. Promotor de la inserción de la ciencia cognitiva como marco general en las cuestiones filosóficas fundamentales. Defensor y creador del *realismo constructivo (constructive realism)* y del *realismo perspectivista (perspectival realism)* (Psillos, 2007).

#### 2.2 El proceso de mitificar la ciencia

Comúnmente pensamos que existe cierta evolución en nuestro modo de conocer el mundo; de hecho la idea más difundida al respecto aparece ligada al cambio que se ha venido dando desde los primeros intentos por explicar los fenómenos naturales a través del mito, que con el tiempo se ha modificado pasando por diferentes estadios como la religión y posteriormente la filosofía hasta terminar con la ciencia. Este pensamiento puede ejemplificarse de la siguiente manera:



Gráfica 1. Evolución del conocimiento (gráfica propia)

Esta tendencia indicaría que al parecer la ciencia es el modo último más elevado del pensamiento y que ésta no debería ni podría siquiera volver a confundirse con el mito, y sin embargo, esta confusión ocurre y ello también ocurre gracias a la filosofía.

Para explicar esto volvamos a la definición del mito que en su fase primera se centra en la creación y origen del universo; y que según algunas acepciones del diccionario podría definirse como un relato o historia que quiere hacerse pasar por **verdadero** o algo que por sus cualidades y trascendencia se convierte en un modelo o prototipo (De Sevilla, et al., 2006). Aquí podremos notar algunos parecidos entre ciencia y mito, los cuales también comparten ciertos aspectos con la religión y la filosofía, como el hecho de querer explicar y comprender la realidad, cada uno a su modo. Como ya se ha dicho, en primera instancia, el mito trata sobre el origen y creación del universo; análogamente, la ciencia ha buscado comprender el origen del universo formulando teorías como el Big Bang, pero no es este el modo en que la ciencia se convierte en mito, sino a través de la filosofía que intenta llegar al origen del conocimiento científico, lo cual ha tomado el nombre de “fundacionalismo”.

El fundacionalismo clásico sostiene que todo el conocimiento o creencia justificada descansa en una base que no ha sido inferida por otro conocimiento o creencia (Fumerton, 2005). Esta teoría de la *justificación de las creencias* busca, por medio de ciertos principios, encontrar cómo es que una persona confirma tener ciertas creencias, y la respuesta más sencilla de acuerdo al fundacionalismo es: por medio de otras creencias bien justificadas. Los principios que maneja el fundacionalismo son el inferencial y el no inferencial. El principio de justificación inferencial (PJI) consiste en que una creencia P se justifica con base en E, donde E es una creencia

justificada, lo que convierte a P en algo probable, proceso que se vuelve virtualmente infinito cuando preguntamos cómo es que E fue justificada y así sucesivamente. El segundo principio es el de justificación no inferencial, el cual consiste en la suposición de creencias justificadas que no han sido inferidas de otras, las cuales pueden ser consideradas como verdades evidentes o creencias infalibles (Fumerton, 2005). Este último principio resulta más problemático porque ha comenzado la búsqueda de algún principio que sea completamente *verdadero* y, por tanto, no pueda llamarse *falso* de ninguna manera. Podemos notar este intento en la idea de Descartes según la cual *lo que nadie puede negar es que toda persona tiene una creencia antes de comprobar la existencia de lo que sea (esta es la postura racionalista del fundacionalismo)*, sin embargo, no basta con la creencia, pues posteriormente es preciso encontrar condiciones verdaderas para cada creencia y para ello hay que utilizar otro concepto; el conocimiento (*acquaintance* en inglés) o confrontación, que en este caso de fundacionalismo se refiere a la correspondencia entre una imagen de la realidad y el hecho experimentado (*truth-maker*); postura que también puede llamarse “empirista” por tomar en cuenta sólo la información adquirida por medio de los sentidos. El fundacionalismo se apoya bastante en el conocimiento *a priori* por la búsqueda y la creencia de verdades necesarias, básicas (fundacionales) e independientes. Esta creencia se trasladó al campo de la ciencia con el fundacionalismo metodológico, intentando encontrar un método que fuese *a priori* el correcto para basar en éste la racionalidad científica, reflejado también en una epistemología fundacionalista que intentara “proporcionar una justificación última e incondicionada del conocimiento científico” (Diéguez, 1998: 189); su objetivo era “justificar” o “legitimar” la ciencia como una especie de certificado de visto bueno.

Aunque el fundacionalismo fue utilizado sobre todo por los empiristas lógicos y en especial por la rama del empirismo clásico, hoy día es considerado como un fracaso que sin embargo, dejó sin lugar a dudas sus secuelas en la ciencia (dominando aún durante una generación de filósofos después de la Segunda Guerra Mundial), dejando la idea de que la causa del conocimiento y la actividad científica se ven gobernadas solamente por creencias justificadas o verdaderas (Giere, 1990). De

acuerdo con Giere (2005a), el gran error en esta postura del empirismo lógico fue centrarse “en los productos de la actividad científica más que en el proceso de hacer ciencia” (Giere, 2005a: 503).

¿Cómo se relaciona esto con lo anterior? Decíamos que la ciencia puede convertirse en mito, ¿pero cómo es esto posible? En primera instancia, el mito y la ciencia tienen una base en común: el lenguaje. Müller, citado por de Sevilla (2006), señala que la ambigüedad de las palabras es un componente de donde nace el mito, y el mito es en sí una ambigüedad por su aspecto enigmático; se dice que del mito nada puede aceptarse pero tampoco negarse, hecho que también ocurre en la ciencia cuando hablamos de verdad. Aquí cabe citar a Cassirer (1993), quien considera al hombre como animal simbólico y cuyas formas simbólicas son: el lenguaje, el mito, el arte y el conocimiento científico (la filosofía y la religión también podrían formar parte); de este modo coloca al mito y a la ciencia en un mismo nivel. Pero el mismo Cassirer, por otra parte, define la naturaleza del hombre compuesta por la razón, las emociones y la imaginación; lo que hace pensar ¿cómo sería posible evitar cierta confusión entre las formas simbólicas?

Por mucho tiempo un objetivo de la ciencia, según los filósofos, ha sido apegarse a la razón, valiéndose también de la imaginación e idealmente muy poco de la emoción, ya que la emoción se encuentra ligada más que nada al mito, en el cual el orden podría ser inverso utilizando primero la imaginación, luego la emoción y por último algo de razón. Siendo la imaginación un punto medio, podríamos encontrar en ésta la unión entre mito y ciencia. Recordemos pues que el fundacionalismo concibe la existencia de un método fundamental o una justificación básica del conocimiento científico, y de este modo justifica el conocimiento *a priori*, pero este conocimiento *a priori* resulta ser una base “imaginaria”, la cual se toma como verdadera, cuya verdad no puede ser determinada por la ciencia y es aquí donde la filosofía toma partido.

Es interesante que la filosofía haya comenzado a indagar en el aspecto de la verdad basándose en una teoría actualmente fallida, pero es cierto que la verdad es un tema atrayente y su definición lo es aún más; un campo fértil para una filosofía que busca definir cada concepto y encontrar conocimiento genuino o creencias

verdaderas y justificadas. Recordemos que en nuestra gráfica la filosofía se ha colocado en un estado anterior a la ciencia y, sin embargo, en este aspecto intenta adelantarse a la misma e incluso encasillarla cuando trata de encontrar hacia dónde debe dirigirse y de dónde debe originarse todo su conocimiento. La idea de verdad ha llevado a los filósofos a generar diferentes teorías para poder definir cuándo un enunciado es verdadero (coherentista, pragmatista y de correspondencia) y sin embargo, sus repercusiones han sido pocas para la ciencia haciendo que preguntemos sobre la utilidad que ha tenido esta indagación. Debido a lo anterior, en la actualidad no todos los filósofos se enfocan en la verdad como fin único de la ciencia, y es que, como ya hemos mencionado, una de las consecuencias de centrar nuestra atención en la verdad de las teorías, es que la ciencia retroceda al fundacionalismo y al mito convirtiéndose de este modo en una “ciencia mitificada” de la cual no podemos negar nada, pero tampoco aceptar nada del todo, porque si no existe la verdad al menos tiene que existir la verosimilitud o algo por el estilo.

¿Cómo emprender la desmitificación de la ciencia? Tal vez comenzando por una alternativa al fundacionalismo el cual ha originado dicha problemática. ¿Cuál es esa alternativa? En la primera línea filosófica se encuentra el pragmatismo; escuela filosófica defendida por Pierce, James y Dewey, la cual subrayó la diferencia entre la teoría y la práctica, reclamando que el éxito en la práctica es lo que define la *verdad*. El pragmatismo puede ser entendido como teoría del significado o como teoría de la verdad, remarcando en la primera la importancia de las consecuencias prácticas que debe tener una oración o doctrina para definir su significado; y en la segunda definiendo a la verdad como todo aquello que funciona (James) o bien como un acuerdo final después de la constante aplicación del *método científico* (Pierce). De los tres autores mencionados, fue Dewey quien denunció directamente al fundacionalismo, arguyendo que cualquier creencia obtenida mediante la investigación podía ser reconocida como conocimiento, sin la necesidad de haber sido justificada por algún tipo de creencia fundamental (Psillos, 2007). Por su parte, Pierce señaló el error en que se caía al perseguir programas fundacionalistas en epistemología como el método cartesiano, y colocó como mejor alternativa contar a

las creencias como algo provisional y falible, pues cualquier creencia por más fundamental que fuera podría llevarnos a dudar de ella, por lo que no es necesario enfocarse en encontrar la base de ninguna creencia, sino enfocarse en los métodos utilizados para evaluar nuestras creencias; esta es la postura pragmatista (Giere, 1999a).

Sin embargo, el pragmatismo en sí mismo no representa un completo cambio para poder desmitificar a la ciencia, porque además de seguir coqueteando con el concepto de verdad al traslaparlo con lo exitoso o lo correcto, no define el lugar de la ciencia con respecto a la filosofía, la religión o el mito; pero sí que sirve como una buena base filosófica para una posición que en este caso resulta ser más preeminente: el naturalismo.

No nos referimos aquí al naturalismo metafísico, el cual afirma que el mundo natural (formado por espacio, tiempo, materia, energía y causalidad) es el único mundo real al cual pertenece el ser humano (Campbell, 2005); sino más bien a la postura filosófica más refinada defendida por autores como Quine y Dewey, en la que se sostiene básicamente que “no hay una discontinuidad esencial entre la ciencia y la filosofía” (Diéguez, 2014). Aunado a la tradición pragmática, el naturalismo se guía del desarrollo histórico de la ciencia para definir lo que cuenta como explicación científica.

El naturalismo ha necesitado del pragmatismo para dar sentido al rechazo que mantiene hacia los principios *a priori*; rechazo que el pragmatismo conserva desde un inicio con respecto a cualquier conocimiento que quisiera deducirse a partir de verdades apriorísticas o “razonables” (Giere, 2005a). El naturalismo se encuentra también en contraposición al racionalismo, ya que mantiene la visión de que la evaluación de las teorías se da a través de procesos naturales que involucran el juicio individual y la interacción social más que sólo mediante algún principio racional (Giere, 1990), teniendo como principio que “no hay un reino autónomo de principios epistemológicos” (Diéguez, 1998: 188) y acudiendo a los principios de la racionalidad como instrumentos solamente.

De acuerdo con Giere (1999), el pragmatismo resuelve la pregunta de “por qué perseguir un programa naturalista”, remarcando que satisface la necesidad de evitar



cualquier aplicación de poderes supernaturales (verdaderos) a las explicaciones científicas y también porque se ofrece la ventaja de promover la adherencia a los programas naturalistas por el hecho de contar con éxitos anteriores con base en los resultados, más que en el uso de principios ideales, pues debe tener siempre el cuidado de no ofrecer argumentos *a priori* en sus afirmaciones; la verdadera ventaja del naturalismo sería para el pragmatista la recomendación y mayor aceptación que obtendría un programa naturalista para futuras investigaciones por su formalidad y compromiso con los resultados.

El mito que ya hemos enfrentado sobre la ciencia se basa en la vieja imagen filosófica de la ciencia encontrada en las matemáticas, la lógica y la semántica formal; en esta imagen una ciencia completa era aquella conjunción de todos los enunciados verdaderos acerca de una realidad estructurada teóricamente. Imagen que funciona muy bien tratándose de una estructura lingüística que no concuerda con la parte empírica y, sin embargo, ha sido aceptada entre los filósofos de la ciencia como si funcionara para ambas partes (Giere, 1999a). De acuerdo con Giere, esta falsa creencia se construyó de la siguiente manera: “la física es la ciencia fundamental, y la física es altamente matemática, por lo que las nociones de referencia y verdad desarrolladas para las matemáticas deberían funcionar también para la física, y, en consecuencia, para toda la ciencia” (Giere, 1999a: 78).<sup>16</sup>

Ya que el naturalismo es una postura relevante para este trabajo, bien vale la pena conocer sus variantes. Dieguez (2014) distingue tres variedades de naturalismo, las cuales según este autor, difieren en ciertos aspectos del modo habitual de ver al naturalismo y sin embargo, encajan bastante bien con la visión de los naturalistas en los debates filosóficos recientes. La primera modalidad es el *naturalismo epistemológico*, el cual también puede ser llamado *cientificismo*, ya que su tesis principal es que la ciencia es la manera más fiable del conocimiento en cualquier ámbito y que sus métodos garantizan un conocimiento genuino; esta postura sugeriría implícitamente que cualquier problema de verdadera importancia debería estar en manos de la ciencia. El segundo tipo es el *naturalismo ontológico* en el cual

---

<sup>16</sup> “...physics is the fundamental science, and physics is highly mathematical, so our notions of reference and truth developed for mathematics must work also for physics, and, by implication, for all of science.” Traducción propia

se sostiene que no hay otra realidad más que la natural, la cual se conforma por entidades, procesos y propiedades de la misma índole, los cuáles son difíciles de definir; sin embargo, Diéguez (2014) muestra una buena pista al decir que un naturalista ontológico actual podría aceptar como naturales los primeros dos mundos pensados por Popper; 1. Objetos físicos, 2. Procesos y estados mentales, pero el número 3 (entidades abstractas y productos culturales) estaría aún en duda por el hecho de no existir en el espacio y/o el tiempo. Sin embargo, la actitud más sana para Diéguez sería dejar que la ciencia decida, considerando como naturales a todas las entidades que se encuentren bajo el dominio de cualquier ciencia empírica, pues es la responsabilidad de éstas determinar tal cosa, no de los filósofos, y esto incluye a las ciencias sociales como la psicología. De este modo, el naturalismo ontológico rechaza la existencia de entidades y causas sobrenaturales. Habiendo visto estos dos tipos de naturalismo, es importante saber que “se puede ser un buen científico y no ser naturalista en estos dos sentidos hasta ahora mencionados; así como se puede ser naturalista y ser un analfabeto en cuestiones científicas” (Diéguez, 2014: 31); con esto se quiere decir que las variables del naturalismo no son dependientes entre sí, y que el naturalismo no busca representar en sí mismo una verdad absoluta, ni única para filósofos o científicos.

El tercer tipo de naturalismo es considerado por algunos autores (Giere, 1999; Diéguez, 2014) como el que mejor puede ser defendido entre todas las variantes; éste dice que puede haber una serie de estrategias a utilizar si es que se quiere entender el mundo antes de que pueda existir alguna tesis que hable sobre el mundo.

Giere expone que (1999a) el ejemplar más importante del naturalismo lo encontramos en la explicación del origen de las especies de Charles Darwin (1809-1882), pues antes de la teoría darwinista de la *selección natural*, existía un antecedente de teología natural que justificaba la existencia de un diseñador supernatural y creador de todo, tomando como evidencia el buen “diseño” de animales y plantas. Giere comenta que Darwin no presentó ninguna evidencia en contra de este creador, sin embargo, sí presentó una alternativa como explicación naturalista de los hechos que había reconocido en sus investigaciones, exponiendo

las adaptaciones de los animales a su ambiente, sin necesitar de un diseñador divino, sustituyendo a éste con mecanismos causales observables. “Solo con Darwin la evolución se volvió una opción viable ampliamente reconocida socavando el supernaturalismo” (Giere, 1999: 72)<sup>17</sup>.

Este tipo de naturalismo sostiene que en el avance del conocimiento (científico) deberá procurarse sólo mediante entidades y causas naturales, o como dice Diéguez (2014), ‘como si’ así fuera, como si sólo éstas existieran, pues sólo estas entidades y causas naturales tendrán una auténtica capacidad explicativa, aquello que a través de entidades o causas sobrenaturales (como el espíritu) no es posible (Diéguez, 2014), y sin embargo no se manifiesta en contra de lo religioso, sino que, como hiciera Darwin con su teoría, sólo se presenta como una alternativa más adecuada dentro de la actividad científica. Como ya hemos dicho, este tipo de naturalismo que se conoce como *metodológico* se enfoca en las estrategias o modos en que pueden obtenerse ciertos conocimientos (procedimientos); algunos de estos modos llevan consigo al método experimental sometido a un principio de regularidades y al control empírico, los cuales brindan validez explicativa y predictiva a cualquier teoría o ley científica (causalidad explicativa). Es así que el naturalismo gana aceptación y es cobijado (no como originario) por la ciencia gracias a su *éxito explicativo* que ha perdurado por más de trescientos años (Diéguez, 2014), dándole credibilidad a la ciencia misma y logrando el patrocinio de programas de investigación.

Gracias al naturalismo se entiende que la reflexión epistemológica debe dejar de basarse en lo puramente filosófico, y ha de enfocarse en los científicos más que en las teorías para explicar cómo es que funciona la ciencia.

El naturalismo propone pues cierta posibilidad e incluso la necesidad de una sincronía entre ciencia y filosofía (mas no la unión entre ambas), donde la segunda no podría comprender al conocimiento de la ciencia por sí sola, pues lo más deseable es que cualquier resultado deba contrastarse con los descubrimientos científicos, y aunque esto podría parecer lógico, no lo fue de acuerdo con la historia

---

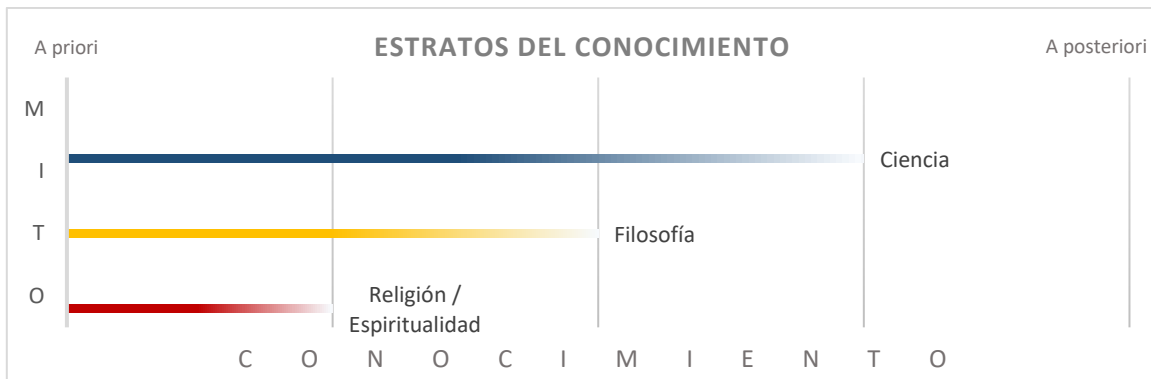
<sup>17</sup> “Only with Darwin did evolution become a viable option widely regarded as actually undercutting supernaturalism.” Traducción propia

que ya hemos analizado. El naturalismo resulta ser la alternativa ideal al fundacionalismo, separando la ciencia de la religión y la filosofía, pero colocando a éstas en una posición propia (no privilegiada) como niveles del conocimiento, las cuales deben e incluso es pertinente que tomen a la ciencia como apoyo para actualizarse y reconozcan su origen en el mito, del cual la ciencia tampoco escapa (en esto podrían tener razón los fundacionalistas), y es por ello que ha podido caer en un estado mítico (en parte gracias a la filosofía) llegando a tomar a “la verdad” como causa de su éxito, y del mismo modo tiende al mito cuando un científico llega a hacer afirmaciones que no le competen, como afirmar o negar la existencia de un creador del mundo.

A mi parecer no sólo la filosofía debe ir en sincronía con la ciencia, también podríamos incluir a la religión, ya que de hecho, se han hecho intentos para poder lograr dicho objetivo (Davidson, et al., 2003), el cual no implica poner la ciencia, la religión y la filosofía en un mismo nivel, sino uno propio en que puedan avanzar en su obtención de conocimiento de acuerdo al estrato en que se encuentran.

Modificando entonces la gráfica del principio sobre nuestro modo de conocer el mundo, y con base en la perspectiva naturalista, podríamos dividir al conocimiento en tres estratos:

1) Religioso (o espiritual), 2) filosófico y 3) científico; colocando como origen o punto de inicio (punto 0) al mito, por ser el primer intento de conocimiento y por ello queda concretado como base. Esta concepción se ve apoyada por Cassirer (1993), quien dice que el mito está domado, pero cuando las fuerzas intelectuales empiezan a perder energía éste reaparece y prevalecerá de este modo en la historia de la civilización.



Gráfica 2. Estadios del conocimiento desde una perspectiva naturalista (Gráfica propia)

En esta gráfica puede observarse sencillamente lo ya explicado, pues de izquierda a derecha, los principios a priori como en el sobrenaturalismo y el fundacionalismo se encuentran del lado del mito, que en sí mismo se explica perfectamente por medio de estas ideas pues no necesita justificación y las encuentra como algo posible sin ningún problema, porque de hecho no es necesario que sean verificadas en este nivel realmente *fundamental* y básico del conocimiento. Después continúa la religión, que se encuentra como las otras dos en una línea con un final no definido aunque bien colocada dentro de su espacio, esta degradación significa que cada una de estas formas de conocimiento (religión, filosofía y ciencia) se encuentran aún en un constante intento por conocer el mundo (actividad necesaria para no perder su fuerza), incluso pudiendo avanzar hacia las siguientes formas del conocimiento como en el caso del budismo que, como religión, ha decidido contrastar sus creencias con el conocimiento científico para enriquecer y reformular algunos de sus conceptos volviendo después de sus descubrimientos al estrato donde pertenece (Davidson, et al., 2003). La religión se coloca en este primer estrato no porque pretenda darle un menor valor respecto a las otras, sino porque ocupa una posición del conocimiento que aún se encuentra más pegada al mito desde la perspectiva de este trabajo ya que tiene por bien aceptar explicaciones sobrenaturales, ideas de creación divina o juicios *a priori* y por lo general se encuentra lejana aunque no separada de lo científico. La filosofía que se encuentra en el segundo nivel, y de alguna manera en la parte media de los estratos del

conocimiento propuestos, también ha surgido de lo mítico e intenta dirigirse hacia lo científico en algunas de sus variantes, como la filosofía de la ciencia, la cual como ya vimos, puede tender también hacia el fundacionalismo y en consecuencia hacia lo mítico, o hacia el naturalismo que conlleva el conocimiento comprobado científicamente, pero también a lo religioso en un aspecto donde las creencias se vuelven tan fuertes o las corrientes tan intensas, que movilizan a las masas aún a través de principios apriorísticos bien colocados respecto a la naturaleza o esencia del hombre; la filosofía, a diferencia de la religión, sí llega a tener inconvenientes con lo sobrenatural (como en el empirismo) aunque no en todas sus variantes. La ciencia se encuentra en el último estrato y aunque pudiera parecer para algunos que está suficientemente lejos del mito, no se llega a configurar como opuesta a éste, pues surge del mito y de hecho tiende a éste (de manera positiva) cuando imagina posibilidades acerca del universo(s) o (de manera negativa) cuando siente la necesidad de justificar su conocimiento mediante principios *a priori* (leyes) o intenta encontrar algún método fundamental.

Finalmente, gracias a este modelo podremos entender mejor estas tres fases del conocimiento desde la perspectiva naturalista, brindándole a cada uno su lugar específico, sin mezclarlos pero conservando la relación innegable que mantienen entre ellos, permitiendo su interacción que es consecuencia de un mismo origen que es el mito, y un mismo medio de desarrollo que es el lenguaje.

### **2.3. Objeciones al realismo**

Ya hemos visto cómo el naturalismo ha servido como punto de partida esencial en la desmitificación de la ciencia, ya que propone la separación de la filosofía y la ciencia (e incluso la religión) sin negar la posibilidad de ayuda mutua, pero devolviendo la confianza en los científicos y sus métodos para el avance del conocimiento científico. En este capítulo veremos la postura filosófica de uno de los autores más representativos en este aspecto, ya que él mismo afirma que debe existir una filosofía naturalizada y, por tanto, una epistemología naturalizada que tome en cuenta que en este proceso de generación de conocimiento, antes de

cualquier justificación, existen los científicos reales e individuales, con limitaciones propias de su especie, además de las teorías que crean y su relación con el mundo (Giere, 1990). Este autor y filósofo de la ciencia americano es Ronald Giere (nacido en 1938), quien además es graduado en Física, por lo que él mismo comenta que sus raíces se encuentran en la ciencia. Se ha interesado además en otros temas, como la Biología, Geología y Ciencias cognitivas. Con su perspectiva multidisciplinaria, como él mismo la llama, Giere se enfoca también en el conocimiento histórico y sociológico relacionado con la ciencia (Giere, 1999a).

Uno de los aspectos más importantes en la visión de este filósofo se resume en dos aspectos: primero, en que las personas mejor equipadas para ayudar a descubrir las profundidades teóricas de cualquier ciencia son los científicos, pues sólo ellos se encuentran inmersos en la ciencia; y el segundo aspecto es su firme convicción por un *realismo sin verdad* (lo cual en realidad es una reubicación interesante del término verdad), junto con la revaloración de las teorías y los enunciados científicos, los cuales habían sido colocados en un pedestal gracias a los empiristas lógicos a quienes ya hemos mencionado.

Ronald Giere defiende la postura del realismo científico y él mismo dice que siente fuertemente que el realismo es correcto (*right*) y que es necesario para poder construir una *teoría general de la ciencia* (Giere, et al., 1992).

De acuerdo con Giere (1990), las principales objeciones filosóficas hacia el realismo se dividen en dos categorías:

1. Objeciones conceptuales y semánticas: cuestionan la formulación del realismo; su contenido y coherencia, y se convierten en semánticas cuando son enfocadas al significado de "*la verdad*" y a definir si tiene sentido aplicar la teoría de correspondencia de la verdad a las afirmaciones científicas.
2. Objeciones epistemológicas: se preguntan por la justificación de las afirmaciones realistas y sobre la confiabilidad de las inferencias hechas sobre la verdad de una hipótesis por medio del éxito experimental (Giere, 1990).

Giere llamará a su postura “realismo constructivo” y éste se enfocará sobre todo en las primeras objeciones; como podremos observar, las segundas serán abarcadas por nuestro autor principal, Ian Hacking, en el tercer capítulo de este trabajo.

Hablaremos más adelante del concepto de verdad de acuerdo con la postura de Giere, pero primero debemos comenzar por entender las bases del realismo constructivo que se encuentran en las ciencias cognitivas y en especial en la psicología cognitiva, la cual permitirá entender el modo en que se efectúan los juicios científicos sin la necesidad de un principio de racionalidad.

#### **2.4. Modelos cognitivos de la ciencia**

Desde 1989 las ciencias cognitivas ya gozaban de cierta madurez como para poder ser utilizadas por los filósofos de la ciencia que estudiaban la ciencia como una actividad humana (Giere, et al., 1992).

Es interesante notar que en un principio la psicología y la lógica iban de la mano, hasta que bajo la influencia de Frege y Russell fueron separadas; la primera como ciencia empírica y la segunda como ciencia formal. Se catalogó entonces de *psicologismo* y a la vez como una falacia (por los empiristas lógicos) a todo intento por querer establecer la manera correcta de razonar a partir del modo en que realmente pensaban las personas (y en el caso de la ciencia, los científicos), así como aquellos intentos de elucidar cuál era el mejor modo de pensar. Desde este punto quedaron excluidos el hacer, pensar y actuar de los científicos para cualquier tema filosófico, tomando una mayor importancia los aspectos lógicos y de lenguaje, convirtiendo de este modo el propósito de la filosofía de la ciencia en una búsqueda por definir el mejor modo de pensamiento lógico de un científico “ideal” (Giere, 1990).

Por fortuna esto no fue muy duradero, y posteriormente se tomarían en cuenta nociones de la psicología para trabajos filosóficos. Como ya hemos hablado sobre la naturalización de la epistemología, recordemos a Quine, quien alrededor de 1960 haría de la psicología la base de la epistemología naturalizada, pero aunque no se



hicieron las mejores adecuaciones de los recursos psicológicos del momento, sí se hizo notar la posibilidad e intención de rescatar tan valiosa ciencia.

En 1960 progresan las ciencias cognitivas como grupo de disciplinas (en convergencia teórica y metodológica), hecho que no escapó a los ojos de la filosofía, la cual paradójicamente, quiso dejar su marca, más por el contrario, fue impactada por las ciencias cognitivas, así como lo fue la epistemología. Este impacto se dio por supuesto en la filosofía de la ciencia, generando un cambio fundamental en la visión de lo que es la ciencia, pasando de ser una actividad lingüística a una actividad cognitiva. Giere es uno de esos filósofos que se sirven de la ciencia cognitiva, y desde su perspectiva, una de las ramas que por ahora es la más útil para la filosofía de la ciencia será la *psicología cognitiva* (Giere, et al., 1992). Desde dicha perspectiva, podemos entender, en resumen, que *las personas* generan modelos mentales acerca del mundo, modelos que son formados por medio de imágenes que interpretamos mediante las proposiciones creadas gracias al lenguaje, que a su vez sirven para generar imágenes físicas o representaciones, las cuales mostrarán solamente alguna *perspectiva* del modelo que se ha hecho de la realidad. Esto quiere decir que generamos modelos físicos de nuestros modelos mentales, (como en los mapas) los plasmamos, los hacemos “realidad”.

Transportando los conceptos de las ciencias cognitivas a la filosofía de la ciencia, Giere se da cuenta de la importancia de los científicos como un factor decisivo en la toma de decisiones y el modo de generar teorías; repensando además al razonamiento científico, no como una serie de inferencias sino como una constante toma de decisiones. ¿Y por qué hacer la diferencia en este punto? Durante mucho tiempo se ha creído que la evaluación de las teorías por parte de los científicos es un hecho concerniente a un proceso de razonamiento intuitivo guiado por ciertos principios estables (racionalismo), sin embargo, las ciencias cognitivas ayudan a ver que este no es un proceso que conste puramente de inferencias racionales, pues como dice Giere, si así fuera, “uno esperaría mucha más concordancia de la que en realidad existe entre los científicos” (Giere, 1990: 3)<sup>18</sup>; en realidad es en la “investigación activa” donde el proceso se mueve y es distinto de lo que vemos

---

<sup>18</sup> “...one would expect far more agreement among scientists than in fact exists.” Traducción propia

plasmado en los libros de texto, los cuales sólo contienen los acuerdos finales. Esto hace pensar que la ciencia que se nos muestra (ya digerida) es una actividad puramente racional, pero la ciencia que no vemos, aquella que es activa, no lo es, pues en esta parte es normal e incluso deseable que los desacuerdos se encuentren a la orden del día.

Aquí cabe mencionar a Kuhn y a Feyerabend, que por cierto insistían en este punto desde otras perspectivas. Kuhn hizo notar que un paradigma podría funcionar y dirigir las investigaciones para un gran número de científicos sin la necesidad de una *interpretación o plena racionalización de él* (Kuhn, 2004), sin que esto significara que la ciencia sea una actividad incoherente o irracional, pero sí señalando que los debates para elegir teorías no son análogos a una prueba lógica o matemática, pues no existen algoritmos para la elección de teorías. Feyerabend por su parte, señalaba la inexistencia de un método científico, pues los científicos en realidad trabajan con mayor libertad y creatividad para desarrollar el trabajo científico. Inevitablemente existirán errores que tendrán que aprender a reconocer, pero el método no evitará que éstos ocurran. Respecto a la elección de teorías diría que no existe tampoco un método indiscutible, pues aquí influirán diversos factores personales y sociales por lo que muchas veces (como en el caso de Galileo Galilei) ésta actividad se convierte en un problema de persuasión más que de razón (Feyerabend, 1986).

Para reforzar este punto podemos tomar en cuenta al neurólogo portugués Antonio Damasio (1999), quien ha sentado los posibles fundamentos neurológicos del razonamiento. Según Damasio, la idea de la racionalidad proveniente de Descartes, con una perspectiva que separa al cuerpo de la mente y que cree posible la existencia de una razón elevada (o sentido común) libre de emociones, es una perspectiva que ha prevalecido aún hasta nuestros días y, sin embargo reclama como falsa, pues toda decisión se encuentra necesariamente “contaminada” por alguna emoción, aunque ésta sea mínima o fugaz es necesaria (es interesante que la ciencia que consideraban totalmente racional haya descubierto este hecho, o tal vez habían intentado negarlo por querer encasillar a la ciencia en lo racional).

La toma de decisiones no es entonces una empresa puramente racional como ya predecían Kuhn y Feyerabend, porque, de acuerdo con Damasio, si fuéramos totalmente racionales como abogaban Kant y otros pensadores, es probable que tardáramos demasiado en encontrar la mejor opción e incluso puede que nunca llegáramos a encontrarla, pues existe el riesgo de perdernos en medio de los cálculos respecto a cada opción posible con nuestra memoria limitada. Para llegar a una decisión es importante el razonamiento, pero es indispensable un *sentimiento* proveniente de las sensaciones del cuerpo que son provocadas por emociones pasadas y guardadas en nuestra memoria como parte del proceso de aprendizaje. A esto el autor le ha llamado un *marcador somático*, el cual servirá en decisiones futuras para eliminar instantáneamente aquellas que sabemos que no sirven o que son riesgosas, una señal automática que previene de pérdidas futuras, como perder tiempo, recursos o energía (Damasio, 1999). Es decir, que sin la cooperación mutua de las emociones y la razón podríamos analizar las teorías sin llegar a ninguna conclusión. No es nada desconocido ese sentimiento de repulsión por una teoría falsa que se nota en muchos científicos y filósofos, pues bien, hay que decir que ese sentimiento es más útil de lo que se piensa, pues permite distinguir casi inmediatamente entre una teoría aceptada y una refutada, lo cual no se da por medio de una estrategia de razonamiento puro y consciente. Con un pensamiento puramente racional los científicos no podrían confiar en el conocimiento de sus compañeros, pues habría que analizar cuidadosamente cada nueva posibilidad, nunca llegarían a un consenso.

La prevalencia de las emociones resulta incluso lógica si recordamos que nuestro cerebro límbico, el cual se encarga de las emociones, es más antiguo que la corteza prefrontal por la cual podemos razonar nuestros actos y ajustar nuestros impulsos, Damasio los llama el “piso de abajo” y el “piso de arriba”, respectivamente, y ambos funcionan en conjunto para que podamos reconocer el mundo y actuar adecuadamente, no están separados y ambos cumplen su función con *dependencia* de la otra (Damasio, 1999).

Si la ciencia no es una actividad puramente racional, entonces hay cabida para un nuevo concepto, y este es la “cognición”, que consta de distintas capacidades que

han sido determinadas biológicamente, como la percepción, la memoria y la **imaginación** (Giere, 1990). Si aplicamos y entendemos que los científicos son personas y que las personas tienen estas capacidades, entonces surge la necesidad de entender cómo influyen dichas capacidades en la construcción de la ciencia. Pero la pregunta casi instantánea que se hará un filósofo al respecto es ¿cómo sabemos que dichas capacidades son confiables? Es aquí donde entra en juego la (ciencia) teoría evolucionista, la cual dice que las capacidades cognitivas y perceptuales del ser humano han venido evolucionando a través del tiempo debido a un proceso de selección natural, y esto significa que dichas capacidades son el mejor modo en que nos hemos adaptado al medio que bien podríamos llamar “realidad”, y la prueba directa de que dichas adaptaciones han sido adecuadas (aunque no perfectas o ideales) es que seguimos existiendo en este planeta (Diéguez, 1998a), (y no sólo eso sino que podemos reproducir estas adaptaciones en otros animales a modo de selección artificial) al menos son suficientemente confiables como para mantenernos con vida. ¿Qué hay más confiable que eso? ¡Ah, claro! también permiten mejorar nuestra calidad de vida. Las capacidades cognitivas son entonces lo mejor que tenemos por ahora para conocer el mundo y sería un poco paranoico (aunque no por ello inevitable) pensar que aun así debemos desconfiar de la naturaleza.

Hoy día podemos ver a las capacidades cognitivas como algo en lo que podemos confiar (al menos de parcial o relativamente), no sólo por el hecho de que seguimos aquí, sino por el hecho de que dentro de estas capacidades se encuentra un complejo sistema evolutivo de adaptación y comprensión *gradual* del mundo; esto significa que no podemos decir de manera puramente empírica que siempre nos atenemos a lo que observamos o percibimos en un principio, sino que vamos conociendo y reconociendo el mundo constantemente.

En este punto podemos traer a colación la analogía que hacía Popper respecto a las teorías científicas y la selección natural. Popper propuso que el aumento del conocimiento consiste en una lucha constante entre teorías rivales, donde solamente sobreviven las más aptas (Popper, 1997); sin embargo, deja de lado algunos aspectos más profundos, como el modo en que se generan dichas teorías.

Tal vez por su necesidad de sustentar una *teoría de los mundos* fue que Popper desarrolló sus ideas sobre una base endeble, pues como ya mencionamos, esta división es innecesaria. Pensar en un mundo donde se encuentra el conocimiento hace posible crear una fantasía de un conocimiento en *aumento* y dejar de lado su evolución e incluso la pertinencia al intentar generarlo. Desde nuestra perspectiva, si queremos comprender a la ciencia, sería más adecuado analizar la evolución del sistema cognitivo responsable de crearla antes que intentar describir al sistema de teorías que la justifica. Tomar en cuenta la evolución de los seres cognoscentes como un proceso que se va dando gradualmente sin tener que acudir a la metafísica o tener que preguntarse: ¿qué evoluciona primero, el cuerpo o la mente?

No olvidemos que el ser humano forma parte de la naturaleza animal, y este hecho nos conecta a los procesos naturales. Algunos ejemplos revelarán el modo en que se realiza este proceso gradual: en animales inferiores como las ratas del experimento de Morris (citado por Giere, 1990), donde una rata era insertada en un tanque con agua fría y turbia con una sola salida, y donde se habían colocado deliberadamente marcas distinguibles para la rata; el resultado de la primera inserción fue que la rata nadó en círculos hasta encontrar una plataforma que le llevaba a la salida y estando a salvo observó el entorno, posteriormente fue reinsertada en un punto al azar, pero esta vez no nadó en círculos, sino que observó su alrededor, buscó y nadó hacia la salida que ya conocía, *incrementando su rapidez* para encontrar la salida con cada reinsertación en el tanque. Esto también ocurrió, por ejemplo, en los experimentos registrados a principios del siglo pasado por Thorndike con gatos, donde encerraba a un gato hambriento en una caja que solo se abría por medio de una aldaba, y dependiendo su edad, el gato en un principio hacía intentos bruscos o al azar (rasgando y golpeado), pero posteriormente encontraba el modo de abrir la aldaba con las patas, y al hacer la repetición, el gato lograba salir cada vez más rápido (Thorndike, 1911). Esto no significa que los animales puedan razonar (prever las consecuencias de sus acciones), pero sí que pueden aprender. Ahora se sabe que este aprendizaje (en evolución) existe gracias al sistema cognitivo (dependiente del cuerpo) de ambos animales y al momento posterior de observación de su medio.

Esto bien podemos trasladarlo al ámbito humano, pues como Giere (1990) comenta, compartimos algunas partes del cerebro con otros mamíferos y resulta que algunas de estas partes se relacionan con las habilidades lingüísticas, esto quiere decir que existe una relación entre el aprendizaje y nuestra capacidad de expresarnos. Claro está, sería extraño pensar que como resultado de la adquisición de mejores capacidades cognitivas, los humanos hubieran perdido la habilidad de interactuar cognitivamente con el mundo de maneras más simples. Cabe resaltar que el aprendizaje que hemos entendido con los animales en pruebas experimentales, se relaciona con una capacidad más avanzada en los seres humanos y por tanto en los científicos; durante este proceso utilizamos nuestras capacidades cognitivas superiores para extender nuestro conocimiento del mundo y en consecuencia extender más y más lo que sabemos de éste en una especie de *bucle de feedback positivo*, que además permite comprender mejor no sólo el mundo, sino nuestras capacidades cognitivas para desarrollarlas y hacerlas más y más confiables cada vez (Giere, 1990). Este hecho fortalece a la ciencia misma, pues con cada paso por ese bucle, la ciencia adquiere mayor confiabilidad al contar con un conocimiento aplicado a ella misma en una especie de mantenimiento y chequeo de los modos de pensar, actuar e interpretar de los científicos, un chequeo que incluso se realiza en las teorías y los modelos ya aceptados para volver a comprobar su vigencia o incluso saber si pueden ser ajustadas o ampliadas (Véase la teoría atómica o el modelo del ADN por ejemplo). No por nada la ciencia también funciona con base en un sistema de prueba y error.

Ahora que hemos establecido la existencia y confiabilidad de un sistema cognitivo en los seres humanos, volvamos a los científicos, que como ya se ha dicho, tienen un papel indispensable en la empresa científica, tanto en la creación de teorías y modelos, como en la evaluación de éstos. Desde el punto de vista cognitivo explicado por Giere, esto puede entenderse de la siguiente manera: los científicos también son personas con sistemas cognitivos propios, esto los convierte en “agentes cognitivos”, los cuales además de desarrollar representaciones del mundo, hacen juicios sobre el mismo y sobre las representaciones de éste. El juicio es en sí una decisión realizada por el agente, que de este modo ejercita su capacidad

ordinaria de juicio y no alguna capacidad especial de juicio científico extrahumano. Los científicos son personas reales con intereses propios y que en su papel de científicos sirven como agentes cognitivos para definir qué representación del mundo es la más adecuada. Pero una representación puede ser cualquier cosa, hay quienes ven a las teorías o a los enunciados como tales, por lo que seguiremos definiendo el tipo de representación que mejor puede relacionarse con el mundo desde la perspectiva del realismo constructivo.

## **2.5 Empirismo constructivo**

Una de las formas más reconocidas en la actualidad de antirrealismo es el “empirismo constructivo”, un tipo de antirrealismo que en palabras de su creador “sostiene que el lenguaje de la ciencia debería ser interpretado literalmente, pero sus teorías no necesitan ser verdaderas para ser buenas” (van Fraassen, 1996: 26). En este punto señalaremos la influencia de Bas van Fraassen, ya que de hecho, sin la existencia de su empirismo constructivo, el realismo constructivo probablemente no existiría (Giere, 1985).

Van Fraassen propone un modo alternativo de ver las teorías científicas en contraste con el enfoque sintáctico defendido por los positivistas lógicos, en el cuál la preocupación principal era respecto a la estructura lingüística de las teorías científicas, considerándolas útiles en tanto pudieran convertirse en axiomas o proposiciones que constituyesen una regla general de pensamiento lógico. Esto conlleva un entramado de fórmulas lógicas, más la búsqueda infructuosa de un lenguaje especial (puro de observación), que de existir sería imposible de traducir sin hacer uso de otro lenguaje e información teórica. Van Fraassen hace ver que este enfoque sintáctico ha resultado poco práctico, siendo más una búsqueda de “soluciones a problemas autogenerados y filosóficamente irrelevantes” (van Fraassen, 1996: 80).

Como ya hemos comentado en el capítulo anterior, van Fraassen propone que en la versión realista “La ciencia se propone darnos, en sus teorías, un relato literalmente verdadero de cómo es el mundo...” (van Fraassen, 1996: 24), pues sólo

mediante una *interpretación literal* es posible que una proposición pueda ser considerada como verdadera o falsa, siendo ésta una construcción detallada de lo que algo es y que no suprime su existencia. Traducido al campo científico, se diría que si los enunciados de una teoría proponen la existencia de cierta entidad, es porque realmente “hay dicha entidad”. Este es según él, un modo más *idóneo* para interpretar (comprender) cualquier teoría (van Fraassen, 1996).

El empirismo constructivo dice que “*La ciencia se propone ofrecernos teorías, que son empíricamente adecuadas; y la aceptación de una teoría involucra como creencia solamente que ella es empíricamente adecuada*” (van Fraassen, 1996: 28); donde empíricamente adecuado implica que lo que dice la teoría es verdadero acerca de lo empíricamente observable aunque no necesariamente sobre lo inobservable. Según van Fraassen, los modelos representarán de modo preciso los fenómenos observables (salva los fenómenos), los cuales serán definidos por la comunidad epistemológica vigente. Así, entendemos que un modelo es para van Fraassen: una *estructura* específica donde se definirán los valores de los parámetros que se consideren pertinentes de acuerdo con la teoría.

Esta es la principal deuda que Giere tiene con van Fraassen: recordar la importancia que tienen *los modelos* sobre las formas lingüísticas de las teorías. Van Fraassen propone desarrollar una nueva teoría sobre la estructura de la ciencia para identificar el contenido empírico en las teorías científicas y para ello, se sirve de un enfoque semántico de las teorías, que a diferencia del enfoque sintáctico (que consideraba a las teorías básicamente como entidades lingüísticas), entiende que aquello que compone a una teoría no son simplemente sus proposiciones o enunciados, pues más importante es su estructura formal de carácter matemático (Diéguez, 1998a). El enfoque semántico permite, según van Fraassen, establecer una relación de isomorfismo (una identidad total de estructura y un caso límite de sumergimiento) para la evaluación de las teorías; este es un concepto que viene de las matemáticas y se aplica a objetos abstractos, pero que en lógica puede referirse a una especie de correspondencia encontrada entre ciertos aspectos de dos cosas que son puestas en comparación. De este modo, en el enfoque semántico la estructura formal (ecuaciones) de las teorías se ve reflejada en los modelos de dicha



teoría y, como ya hemos señalado, es precisamente en el modelo donde se especifican los valores de aquella estructura (van Fraassen, 1996); ésta es la aplicación de una concepción modelo-teorética de las teorías científicas y que será aplicada también por Giere.

¿Cuáles son las implicaciones de dicho enfoque respecto a la evaluación de las teorías científicas? En primer lugar, van Fraassen propondrá su concepto de *creencia* respecto a una teoría. “Creer en una teoría es creer que uno de sus modelos representa correctamente el mundo” (van Fraassen, 1996: 70); que éste representa correctamente todos los aspectos del mundo real, a lo que van Fraassen llamaría: lo verdadero. Por lo que uno erraría al creer en cualquier teoría pues es prácticamente imposible poder representar correctamente todos los aspectos del mundo como si fuéramos capaces de percibir el mundo o la realidad con precisión. Esto lo explica Antonio Damasio: “La representación de lo que ahora construimos como un espacio con tres dimensiones se engendraría en el cerebro, sobre la base anatómica del cuerpo y de las pautas de movimiento en el ambiente” (Damasio, 1999: 270), lo cual quiere decir que solamente conocemos el mundo a través de nuestro cerebro, el cual se encuentra ineludiblemente conectado con el resto del cuerpo, pues no existe una separación entre el cuerpo y la mente para tener tal percepción. Y es por esto que “Aunque existe una realidad externa [o pudiéramos decir que existe], lo que sabemos sobre ella llegaría [solamente] por medio del cuerpo propiamente dicho en acción, a través de las representaciones de sus perturbaciones, el cuerpo mismo hace una representación del mundo para sí. Nunca sabríamos lo fiel que nuestro conocimiento es respecto a la realidad <<absoluta>>” (Damasio, 1999: 270), y no lo sabríamos porque el cerebro hace más de una construcción de la realidad de acuerdo con lo que el cuerpo recibe, distingue y comparte del exterior, esto sin contar la efectividad y precisión de la codificación que el cerebro sea capaz de realizar sobre la información e impulsos que reciba o que el cuerpo se encuentre en las condiciones óptimas para obtener la mayor y mejor cantidad de información; es así que el cuerpo *humano* que tenemos en común representa el límite de nuestra percepción.

La otra opción que tenemos, según van Fraassen, además de la creencia, es la *aceptación*, lo cual solamente implica afirmar que una teoría es empíricamente adecuada, y al no jugar con la verdad, “nos libra de la metafísica” con lo cual coincido en la última parte.

Debido a esta imposibilidad de representar exactamente la realidad, van Fraassen hace bien en llamar *apariencias* a las estructuras descritas en los informes experimentales y de medición; es decir, a los hechos y resultados que advierten los científicos y que son registrados como datos para la formulación de teorías.

Recordemos pues que para van Fraassen los modelos constituyen una teoría, sin embargo, dichos modelos también constan de distintas partes llamadas *subestructuras empíricas*, las cuales serán propuestas como la representación directa de los fenómenos observables. Finalmente, y de acuerdo con lo anterior, lo que convertiría a una teoría en *empíricamente adecuada* sería que tanto las apariencias referidas por los científicos, como las subestructuras empíricas dentro de algún modelo que conforme dicha teoría sean isomórficas; única condición, según van Fraassen, para que los científicos consideren exitosa a una teoría y la acepten de este modo (van Fraassen, 1996). Aspirar a que la relación de isomorfismo se dé entre el modelo y la realidad es para van Fraassen algo pretencioso, como lo es llamar a una teoría “verdadera”, y de hecho, ésta es la relación que propone para llamar verdadera a una teoría, algo indeseable y seguramente absurdo.

Podríamos entender esta postura como la necesidad que tiene van Fraassen de alguna certeza sobre lo que una teoría dice, como si al platicar con alguien le dijéramos antes de comenzar: *¡no te andes con juegos, si me dices que viste algo o que pasó algo es porque realmente fue así y sólo así te lo voy a aceptar, no porque crees que pudiste haberlo visto o estas casi seguro que lo viste o que muy probablemente ocurrió de ese modo, si lo dices, es porque lo viste y así fue!*, es también una cuestión de seriedad. Mas esta actitud no difiere demasiado de aquella que presentaban los positivistas lógicos que podría traducirse en decir: *¡Te voy a decir como expresarte, y solamente será un lenguaje el que utilices, algo que todos podamos entender y que vamos a lograr que todos aprendan por igual, porque de*

*otro modo no tendría sentido tomarte en serio;* Ambas actitudes son más bien impositivas, y con una intención que puede parecer muy racional, con el propósito de que la ciencia no se convierta en algo trivial y confuso, mas nunca explican por qué han pensado que la tendencia de la ciencia es esta, en realidad hay mucha desconfianza implícita en la humanidad, en los científicos mismos, como si de no ponerles límites tenderían a lo irracional.

La confusión del filósofo consiste muchas veces en querer *enseñar al científico a hacer ciencia y a interpretar* las teorías “correctamente” o pretender que sabe mejor que ellos los métodos adecuados para descubrir o validar sus teorías (Fargot-Largeault, 2009).

Van Fraassen se considera él mismo un escéptico, pues se niega a aceptar que el mundo que conocemos por medio de la ciencia es verdadero, sin tener una noción clara de lo que la verdad es (sólo ha cambiado una relación de correspondencia por una de isomorfismo). Es prudente, sin embargo, tener en duda nuestros conceptos y entes, e incluso dudar de que exista algo en el mundo científico como la verdad, pues debemos reconocer que el mundo puede y nos ha sorprendido en otros momentos, pero por otro lado pensar que nunca podemos estar seguros de nada ni de nuestra realidad, equivaldría a tener una inestabilidad mental que llevaría a la locura, porque como comenta Singer (1984), es necesario (y no negociable) para el ser humano establecer límites sobre los efectos del mundo y la manera en que funciona para no caer en una fantástica irrealidad que sólo conduciría a una destructividad potencial (neurosis o psicosis) por una realidad que se desvanece; es por esto que necesitamos creer en los científicos, y asumir que dicen la verdad, mas no ciegamente, debe ser una realidad comprobable, y eso es algo primordial en la ciencia.

Van Fraassen comenta en una entrevista, (2011) que le alegraría que hubiese otra vida después de la muerte; tal vez porque así ni la muerte seria real, sino solo una herramienta, un intento del hombre por entender el mundo. Su postura es también su modo de ver el mundo: podemos aceptar pero nunca podemos asegurar nada. Lo paradójico del asunto es que aún el empirista constructivo estará defendiendo

una supuesta verdad: que las teorías científicas sólo pueden ser empíricamente adecuadas, no más.

## 2.6 Representaciones del mundo

El “empirismo constructivo” reconoce que los modelos son constructos y no inducciones puras que surgen de la experiencia. Esta parte es la que más ha influido en el pensamiento de Giere (1990), quien hace recalcar que siempre debemos tener en cuenta que dichos modelos son *construidos socialmente*, que dichos modelos se producen gracias a la lógica y las matemáticas (base de las ciencias exactas) y no debemos tomarlos como una revelación de la naturaleza, pues ni los sistemas físicos propuestos por la ciencia son la realidad en sí.

Podemos definir un sistema físico como “una abstracción de la realidad que se hace al seleccionar de la misma algunos observables relevantes” (De la Torre, 2000: 17), donde se eligen sólo ciertos aspectos arbitrariamente que después serán considerados como *variables* (como la posición y la velocidad), las cuales de ninguna manera representarán toda la complejidad del sistema real; pero hay que destacar desde un principio que en el modelo se muestran sólo algunas de todas las *variables observables* para encontrar un resultado determinado, cierta cualidad específica del sistema; por lo tanto, es un error identificar al sistema físico con una realidad completa y lo mismo aplica a los modelos que representan dicho sistema. Debe quedar claro que los modelos no son representaciones fidedignas de la realidad, pues además de que el modelo por lo general se presenta en un estado bidimensional y estático, nosotros asumimos que el comportamiento del sistema representado podrá darse de tal o cual forma dependiendo de lo que podamos entender. Por ejemplo, si en el modelo se muestra un resorte que tiene un peso en un extremo, imaginamos que el sistema funciona moviendo dicho peso en la dirección opuesta a la base del resorte, y entendemos cómo funciona el sistema, pero aun así dejamos muchas variables de lado (Giere, 1985).

Los modelos son de varios tipos; los propios de la física y otras ciencias se consideran objetos abstractos construidos de acuerdo a principios generales y

condiciones específicas, fórmulas y axiomas matemáticos (como el modelo de un péndulo). Sin embargo, ni siquiera estos principios o leyes podrán considerarse como verdades generales ni como afirmaciones empíricas, pues aún estas leyes que se llegan a convertir en generalizaciones, son simplificaciones de la realidad, y para los científicos, más que muestras de la realidad o afirmaciones empíricas, son esquemas generales para conocer ciertos límites; por ejemplo, las leyes de Newton establecen condiciones necesarias y medibles respecto a nuestra percepción del movimiento: ley de la inercia, ley de fuerza y ley de acción-reacción (Kane & Sternheim, 1989). Estas leyes exponen sistemas ideales, la ley de inercia, por ejemplo, muestra que en un sistema sin fuerzas externas, un objeto permanecería en reposo o se movería en línea recta si es que ya se encuentra en movimiento, pero este sistema ideal sin fuerzas externas no podemos encontrarlo en la naturaleza debido a la constante acción de la gravedad, aun así la ley sirve para explicar y entender el movimiento de los planetas.

Otro aspecto de las leyes es que tienen que ser construidas por personas, y como comenta Giere (1990), a veces hay que hacer uso de la imaginación para conectar las variables; en los modelos se emplean imágenes para representar las fuerzas, los movimientos y el estado del sistema, pero queda claro para los científicos que estas líneas no existen necesariamente, o se puede asumir que existe un objeto localizado en un punto del espacio, o que el objeto tenga un punto de equilibrio, o que desde cierto punto ejerce su fuerza de gravedad, pero no podemos asumir que ese punto exista como tal (Giere, 1999b), que sea real; aun así, no dejamos de representarlo, porque es necesario para hacer comprensible el fenómeno sin tener que asumir su existencia, aún al representar una "ley".

La gran ventaja de los principios es que son aplicables a la mayoría de los sistemas conocidos si no es que a todos, las leyes de velocidad y acción por ejemplo, determinan que no existe en ningún sistema físico (observable) velocidad superior a la velocidad de la luz ( $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ), ni acción inferior a la constante de Planck ( $10^{-34} \text{J/s}$ ) (De la Torre, 2000), y estas son restricciones impuestas no por los científicos, sino por la naturaleza misma o el mundo, ellas permiten comprenderla. Estas restricciones (límites) son por mucho aquellas que le dan consistencia a nuestra

realidad desde una perspectiva científica, mas no podemos decir que la definen como tal.

De este modo podremos entender que las leyes no son generalizaciones respecto a la realidad, ni enunciados precisos sobre cómo es el mundo, son más bien guías respecto a lo que podemos decir y calcular de los sistemas (ideales) representados por medio del intelecto; para Giere las leyes o principios serán como reglas para realizar *representaciones exitosas* en los modelos.

Giere utiliza como ejemplo los sistemas idealizados discutidos en libros de mecánica clásica (como el oscilador armónico simple) y a estos los considera “modelos teóricos”, pues éstos se ajustan a lo que dice la teoría (Giere, 1990). Los modelos vistos desde el realismo constructivo son además modelos representacionales, y ellos buscan satisfacer cierta ecuación (no a toda la teoría como proponía Suppe) dentro de su función como herramientas para representar el mundo (Giere, 1999b); dicha ecuación constituye una descripción parcial de algún sistema, por lo tanto, los modelos que encontramos en los libros son siempre sistemas idealizados. Podríamos entonces considerar a los modelos como aproximaciones idealizadas y genéricas de un sistema real, aplicables dependiendo de las variables que se quieran encontrar.

### 2.6.1) *Creación de un modelo*

¿Cómo y por qué creamos modelos? Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, es natural que los seres humanos creen representaciones internas del ambiente y de sí mismos. Éstas pueden llamarse “mapas cognitivos”, “modelos mentales”, etc (Giere, et al., 1992). Estas representaciones mentales son trasladadas por Giere a la actividad científica, pues en los científicos el hecho no queda en generar representaciones mentales, sino que se sigue el paso de plasmar esa representación al modo de la ciencia, y éste es reconocido comúnmente como *modelo*. Hay que notar en este punto que cuando la evaluación de una teoría se enfocaba puramente en el lenguaje, entonces la importancia de ésta recaía en la representación vista como una relación entre las entidades lingüísticas y el mundo;

si en cambio la atención se enfoca en la actividad de representar, la importancia estaría no tanto en la relación sintáctica, sino en la manera en que los científicos mismos llegan a una representación específica; como se ha mencionado en el apartado anterior, los científicos servirán como *agentes intencionales* (Giere, 2004), no evaluamos entonces la precisión de la representación, sino el cómo se lleva a cabo y se define su confiabilidad.

En este proceso se da una serie de toma de decisiones, donde intervienen ciertos objetivos y propósitos previos que afectarán la elección de las teorías y modelos que serán presentados como la mejor posibilidad de representación de algún aspecto del mundo. Para este hecho Giere (1999a) prefiere la visión naturalista que, en contraste con la visión racionalista, se enfoca en los *científicos de carne y hueso* más que en los principios de elección racional. Estos científicos se encuentran bajo presión de tomar múltiples decisiones además de elegir teorías, con un tiempo límite y trabajando en conjunto como seres individuales, que cuando se encuentran haciendo ciencia lo que prevalece es un *interés epistémico* por elegir el modelo correcto. Es por esto que para explicar la toma de decisiones acudimos a la psicología cognitiva, donde se ha generado un modelo que Giere llama “matriz de recompensa” (*payoff matrix*) dentro de un sistema descriptivo, en el cual se analizan las características de las estrategias que utilizan los científicos para tomar decisiones, y una de éstas es la de *satisfacción*; en esta estrategia existe una comparación y una especie de estudio o encuesta para decidir cuál de los posibles estados del mundo satisface mejor lo *requerido* por la investigación, este nivel de satisfacción será definido *arbitrariamente* de acuerdo al problema planteado pero *reforzado* por los datos *experimentales*, sin requerir forzosamente una decisión, permitiendo la posibilidad de no llegar a un acuerdo. Esta perspectiva naturalista es también una perspectiva más humana y real de cómo funciona la ciencia.

### 2.6.2) Modelos y su relación con el mundo: similitud y ajuste

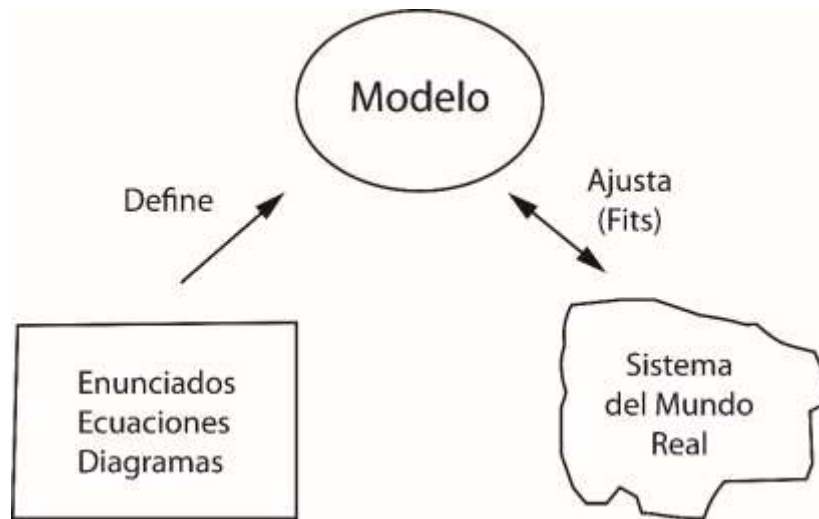


Diagrama 3. Relaciones entre el lenguaje, los modelos, y los objetos en el mundo Real (Giere, 1999a: 123).

Este diagrama de Giere explica el modo en que se crean los modelos (cabe destacar que incluso éste puede considerarse un modelo respecto al proceso de creación de modelos), donde los sistemas reales son vistos como algo indiferenciado porque, como ya hemos dicho, no es posible afirmar que conocemos la realidad tal como es, visión que puede ser constatada a través de las neurociencias, por tanto, no podemos definir la realidad como tal, pero si podemos generar modelos que concuerden con nuestro lenguaje, cognición y capacidades perceptivas de un modo estructurado que es configurado respecto a dichas percepciones humanas (es decir, para que podamos entenderlos), lo cual no significa que sea el modo más correcto de ver la realidad, pero sí el más adecuado respecto a los métodos de la ciencia, de tal manera que podemos representar lo que percibimos de un sistema del mundo real y codificarlo a través de un modelo. Como bien se indica en el diagrama 3, los enunciados, ecuaciones y diagramas definen los límites de nuestros modelos, podríamos decirlo también del modo siguiente: por medio de los *formalismos* de la ciencia (símbolos matemáticos, estructuras, ecuaciones, relaciones matemáticas, etc.) creamos *interpretaciones* (conceptos básicos, conceptos compuestos, significado de símbolos, relaciones conceptuales...) (De la Torre, 2000) y



generamos los modelos por medio de dichas interpretaciones sobre algún sistema real, contrastando aquellos aspectos que podemos percibir de la realidad y ajustandolos de tal manera que podamos comprender la estructura del sistema de acuerdo con nuestro conocimiento y sistema cognitivo. Tendremos entonces una porción de la realidad que no se mostrará cómo tal, pero que sí podemos esbozar ordenadamente y comprensiblemente en el modelo, con el objeto de que este intento de representar la realidad pueda ser *aprovechado* posteriormente por los científicos de maneras diversas.

Los modelos sirven así como una pieza de rompecabezas idealizada de la realidad, que en algún momento podrá encajar con otras piezas también idealizadas de la misma o que haremos encajar como creaciones nuestras; pero aunque la ciencia llegase hipotéticamente a generar un modelo completo de la realidad, éste no dejaría de ser una idealización, pues carecería de aquellos componentes que no podemos percibir y que quedan ocultos a nosotros porque no muestran interacción con el mundo al que podemos acceder con los sentidos ni aún con los instrumentos, como bien lo ha mostrado la física cuántica.

Por lo tanto, esta relación que puede existir entre los modelos y la realidad Giere la denomina *similitud*, y asegura que dicha similitud aplica mejor que la verdad o el isomorfismo, porque la evidencia en ciencias cognitivas y neurociencias indica que nuestra cognición y percepción operan del mismo modo, con base en aspectos de similitud pues, como ya se ha dicho anteriormente, todos generamos modelos mentales (Giere, et al., 1992), cada quien tiene su modelo del mundo, el cual sólo se asemeja a lo que percibimos con el cuerpo, pues tampoco podemos decir que lo distinguimos completamente. Aunado a lo anterior, Hacking también ha comentado que “las representaciones son antes que nada similitudes” (Hacking, 1996), pues toda representación va ligada a un sistema de representación y un estilo previo al acto de representar; esto significa que no puede haber similitud a secas, sino que ésta se da sólo en ciertos aspectos dependientes del estilo de representación.

Esta similitud es mejor explicada haciendo referencia a los mapas utilizados en cartografía; los mapas no son entidades lingüísticas, son representaciones parciales y de exactitud limitada, y su modo de representar es por medio de una similitud

espacial con el lugar que representan, pues sólo se representarán los aspectos de interés respecto a las personas que interpretarán dicho mapa (Giere, 1999b). Por ejemplo, el mapa del metro de Londres puede mostrar las conexiones entre las estaciones, pero no mostrar una colocación exacta de las vías, pues lo importante es que los pasajeros puedan encontrar una ruta, entonces la similitud es elegida, el mapa no debe mostrar todo aquello que se encuentra en las inmediaciones, ni distancias, sino posiciones relativas, enlaces y accesibilidad; se dice que el plano del metro desecha la geografía real a propósito (Schlögel, 2007), pero no por ello pierde su utilidad de representar adecuadamente lo que hay, lo cual refutaría la teoría pragmatista de la verdad.

Diremos que los aspectos de similitud son elegidos por los científicos específicamente, pero para satisfacer alguna necesidad determinada tal vez por su paradigma al cual podríamos comparar con un estilo de representación; Giere propone además que al hablar de similitud se debe indicar algún grado entre el modelo y el sistema real, un grado que aunque raramente pueda asegurarse como preciso, indicará el ajuste (*fit*) que se ha *pretendido* hacer entre el modelo y el mundo. Esto se aplica tanto a modelos abstractos (matemáticos) como a modelos físicos. Un ejemplo excepcional de estos últimos es el generado para representar la estructura con doble hélice de ADN.



Imagen 1. Modelo con estructura de doble hélice del ADN (extraído de <http://www.infobiologia.net/2012/11/estructura-del-adn.html>).

En este descubrimiento, Watson y Crick mostraron, en un primer intento, un modelo con tres hélices a Rosalind Franklin con sus colegas del colegio King's en Londres y éste fue rechazado por no concordar con mediciones experimentales. Un año

después reinventaron el modelo para que pudiera ajustarse a las mediciones pasadas y descubrieron que además este modelo difractaba los rayos X con cierto patrón distintivo, el cual Franklin había encontrado experimentalmente en las difracciones con muestras reales. Es interesante que aunque la muestra real no pudiera observarse, los modelos creados reflejaban aspectos similares y esta similitud tan grande fue la que permitió la aceptación del modelo, pero no hay que olvidar que este último fue un *ajuste* del primero a las pruebas y evidencias experimentales, y que posterior a la aceptación del modelo, se hicieron re-ajustes al mismo, haciendo coincidir los ángulos de las hélices para que éstos encajasen con los resultados de experimentos posteriores (Giere, 2004). Esto último hace referencia al bucle de *feedback* positivo que menciona Giere.

Y ¿dónde queda la teoría científica? Giere dice que una teoría científica debe ser entendida como un conjunto de modelos o familia de modelos más las hipótesis que relacionan aquellos modelos con los sistemas reales (Giere, 1990).

Al contrario de lo que dice van Fraassen sobre las afirmaciones realistas, Giere no ve a los modelos como “fieles réplicas de la realidad” en su realismo constructivo, ya que él mismo lo llama un realismo “modesto” pero robusto, siendo también un realismo más libre, y menos estricto al aceptar que los científicos tienen éxito al menos de vez en cuando al intentar representar la estructura causal del mundo (parecido al realismo crítico).

Un aspecto importante de los modelos en el realismo constructivo es que no se comprometen con la existencia de un ente, pero sí con una estructura de la realidad que se muestra como sistema ante nosotros y que desciframos por medio de formalismos, es por esto tal vez que Giere considera al realismo constructivo como una variante del realismo estructural, ya mencionado en el capítulo anterior de este trabajo. De esta manera, el realismo constructivo es también un realismo modal, y esto significa que se dota al modelo de cierta intención para representar aspectos del sistema real por medio de una estructura modal que consta de distintas “posibilidades de comportamiento” y que pueden ajustarse a una determinada estructura causal intrínseca del sistema real, lo cual implica aceptar que el sistema real posee en sí mismo estas posibilidades o tendencias causales (Diéguez, 1998a).

## 2.7 Hipótesis, verdad y teorías científicas

Recordemos que los modelos intentan representar una parte del mundo o, mejor dicho, representar sistemas reales. De acuerdo con Giere, lo que hace especial al modelo es que podemos *identificar* en éste algunos aspectos del mundo y es por esto que se considera a los modelos (y no las teorías) como la primera herramienta de representación en la ciencia.

Giere describe la generación de hipótesis como sigue: los científicos generan modelos utilizando principios y condiciones específicas, intentando posteriormente aplicarlos al mundo, lo cual genera hipótesis acerca del ajuste que presenta el modelo respecto a alguna parte específica del mundo (Giere, 2004). Las hipótesis serán entendidas entonces como afirmaciones entre el modelo y los sistemas reales, pero dicha afirmación no podrá ser de verdad o falsedad en un principio, porque el modelo y el sistema real no son entidades lingüísticas, y ya que tampoco se puede mantener que exista una relación de isomorfismo entre ambas por ser una entidad abstracta y otra real, es necesario introducir la *similitud*, la cual de acuerdo al realismo constructivo debe ser especificada en términos de aspectos y grados; esta sería, desde dicha perspectiva, la manera correcta de identificar alguna aproximación con la realidad, entre un sistema humano y un sistema externo o real. Aquello que sí podemos relacionar directamente es el modelo y las ecuaciones que lo forman, sólo aquí podemos hablar de una correspondencia con certeza, pues podemos estar seguros de que nosotros fuimos quienes la hemos generado, aquí existe una relación *verdadera*, aunque según Giere, sin importancia epistemológica; algo parecido aplicará a las hipótesis si queremos hacerlas susceptibles de verdad o falsedad, de tal modo que decir que una hipótesis es verdadera no significará más que aceptar la existencia de algún tipo y grado de similitud (que no podemos especificar más que con nuestra experiencia) entre el modelo y el sistema real. Es así que Giere se deshace de la teoría de la verdad como prerrequisito para una teoría adecuada en la ciencia, (aunque la verdad siempre esté presente en algún grado), pues las teorías estarán formadas por muchos elementos pero básicamente por poblaciones de modelos e hipótesis que relacionen dichos modelos con

sistemas en el mundo real y no por conjuntos de enunciados, ya que si así fuera (recalca Giere) cada teoría sería traducida de manera distinta dependiendo de su lenguaje, y si se buscara salvar la parte lingüística por medio de cosas como *declaraciones* o *proposiciones*, el resultado sería una correspondencia dudosa de dichas entidades lingüísticas con la realidad. Aun así, la verdad o falsedad de las hipótesis podrá expresarse y comunicarse, pero ello sólo como consecuencia de acuerdos sociales independientes de los modelos o de nuestro conocimiento de cómo es el mundo (Giere, 1990).

## 2.8 Un realismo restringido

Con todo lo anterior Ronald Giere propone en su postura realista (en contraposición a van Fraassen) que “el objetivo de la ciencia no es ‘una verdadera historia de cómo es el mundo’, sino solamente la producción de modelos similares a los limitados aspectos del mundo de un modo determinado por el contexto científico” (Giere, 2005b: 156). Es decir, que la ciencia se encargará de generar modelos, pero los científicos pueden ser conscientes de que dichos modelos sólo son representaciones parciales de sistemas específicos a los que son capaces de acceder. Es cierto, como decía van Fraassen, que sería presuntuoso que un científico afirmase que ha mostrado la realidad tal como es o que ha encontrado la verdad del mundo, pues estos no son asuntos meramente científicos, por lo que no tendría autoridad, ni siquiera un filósofo para decir tal cosa.

El realismo constructivo brinda una perspectiva de la ciencia modificando la visión puramente teórica; “es una doctrina que trata únicamente sobre la naturaleza de los modelos científicos y las hipótesis [...] solamente acerca de las representaciones científicas. No es una doctrina sobre [...] cómo los científicos juzgan qué modelos representan mejor el mundo” (Giere, 1990: 94)<sup>19</sup>, por lo tanto, es compatible con la elección racional o las negociaciones sociales, aunque éstas hayan sido analizadas y reinterpretadas por las neurociencias y el naturalismo. “Intenta ser una forma

---

<sup>19</sup> “is a doctrine only about the nature of scientific models and hypotheses...only about scientific representations. It is not a doctrine about...how scientists judge which models best represent the world.”  
Traducción propia.

*restringida* de realismo en el sentido de que las hipótesis teóricas son interpretadas como aquellas que afirman una similitud entre el sistema real y algunos aspectos de un modelo (Giere, 1990: 97)<sup>20</sup>; pero sí rechaza las restricciones generales *a priori*, como la restricción de “lo observable” para el empirismo, pues los modelos no necesitan de tal restricción para representar ciertos aspectos del mundo.

Por último, cabe resaltar como Giere comenta que se puede identificar a algunos científicos como realistas constructivos por el modo en que trabajan, pues en Física nuclear, por ejemplo, se utilizan entidades construidas, como protones y neutrones, no sólo en un aspecto teórico (como entidades hipotéticas), sino como herramientas (reales) de investigación (y experimentación) (Giere, 1990). Esto se relaciona incluso con el realismo experimental de Hacking, quien ya había dejado claro que en la experimentación es un hecho indispensable interactuar con entidades de todos los tipos y mantener una actitud realista al respecto (Hacking, 1996).

Recordemos lo que Giere plantea desde un principio: “Una teoría de la ciencia serviría para explicar el fenómeno de la ciencia misma más o menos del modo en que las teorías científicas explican otros fenómenos naturales [...] es una ciencia humana [...] la ciencia es una actividad cognitiva, es decir que se interesa en la generación de conocimiento” (Giere, 1990: 1).

Ronald Giere ha propuesto un realismo constructivo como respuesta a las objeciones conceptuales y semánticas relacionadas con la aplicación de la verdad a las teorías científicas, y para ello comienza con la propuesta de una ciencia humana, pues la ciencia misma es una empresa cultural (Giere, 1990), pero esto no significa que pretenda buscar los principios epistemológicos de la ciencia ni justificarlos aún, para esta ciencia humana lo importante es comprender la actividad misma de cómo se genera el conocimiento y quiénes lo generan (Diéguez, 1998a), algo que los positivistas lógicos habían dejado de lado al preguntarse ¿cómo sé que eso es verdad? y al intentar crear una respuesta generalizadora para todo conocimiento en vez de preguntarse ¿cómo es que llegamos a cualquier conocimiento en particular? (Giere, 2005a).

---

<sup>20</sup> “...is intended to be a *restricted* form of realism in the sense that theoretical hypotheses are interpreted as asserting a similarity between a real system and some, but not necessarily all, aspects of a model.” Traducción propia.

Giere se sirve del naturalismo, mas no del naturalismo cientificista que condena Artigas (2011), sino aquel naturalismo metodológico que se enfoca en los métodos utilizados por los científicos para la generación del conocimiento, métodos que se adecuan a cada situación brindando validez explicativa y predictiva (Diéguez, 2014) sin tener que acudir a principios *a priori* para dicha aceptación. Es un naturalismo que separa a la ciencia de una filosofía que solía poner en duda los métodos y las teorías científicas, como si los filósofos pudieran llegar a saber más de ciencia que los científicos mismos. Pero no hay que confundir esta separación con una relegación de la filosofía o incluso de la religión respecto a la generación del conocimiento, porque no es así, el naturalismo en realidad es una excelente propuesta porque permite establecer un orden en el proceso de conocimiento, permitiéndonos incluso diferenciar un origen dentro de los principales pilares del conocimiento, como lo son la religión, la filosofía y la ciencia, los cuales tienen necesariamente su base en el mito como primer intento de comprender el mundo. Un mito que aunque está domado y ya no busca como tal el conocimiento, prevalecerá en la historia de la civilización (De Sevilla, et al., 2006).

El naturalismo permite diferenciar entonces entre los conceptos pertenecientes a la ciencia, y del mismo modo enfocarnos en el científico como persona y como el que toma las decisiones (decision maker), como ser humano, con intereses, problemas, presiones externas y modos de actuar, pero sobre todo como ser cognitivo más que puramente racional. Para explicar este hecho Giere hace uso de las ciencias cognitivas (la ciencia explicando cómo hacemos ciencia), cuyos descubrimientos han permitido comprender que el ser humano posee capacidades cognitivas determinadas biológicamente que le permiten comprender el mundo (con las limitaciones de dichas capacidades) e interactuar con éste (Giere, 1990). A tal comprensión hemos podido adjuntar la visión de las neurociencias que permiten conocer el proceso del razonamiento antes conocido por los filósofos como un mero proceso racional, pero que hoy día podemos comprender como proceso global en el que interactúan tanto las emociones, como la razón y, sobre todo, los impulsos provenientes de nuestro cuerpo y nuestro cerebro que recibe e interpreta dichos impulsos (Damasio, 1999), de tal modo que si siguiéramos enfrascando a la ciencia

en lo meramente racional estaríamos quitándole tanto su validez como su confiabilidad.

Gracias a que la ciencia cognitiva y las neurociencias han revelado el modo en que interactuamos con el mundo, podemos comprender que las capacidades que nos han permitido sobrevivir y llegar a ser la especie dominante del planeta, también permiten conocer algunos aspectos de la realidad gradualmente y de acuerdo al sistema anatómico que nos conforma. El bucle de *feedback* positivo propuesto por Giere funciona como un proceso de aprendizaje respecto a las teorías y respecto al conocimiento sobre las limitaciones de nuestro sistema cognitivo, esto significaría que nuestro conocimiento también evoluciona junto con nosotros y no sólo aumenta gracias a una lucha constante entre teorías como proponía Popper (1997).

Si nuestro sistema cognitivo es aquel que permite conocer el mundo, entonces resulta razonable comprender dicho sistema para entender el modo en que los científicos alcanzan el conocimiento. Por una parte, Damasio ha aclarado que no podemos conocer la realidad como tal ni independientemente, y Giere dice que lo que hacemos los seres humanos entonces es generar modelos mentales del mundo por medio de imágenes y posteriormente creamos imágenes para representar estos modelos mentales (Giere, et al., 1992), de tal modo que el hombre bien podría ser, como aduce Hacking, antes que nada “...*homo depictor*. La gente que hace representaciones” (Hacking, 1996: 159) y dichas representaciones son en sí mismas *modelos mentales o mapas cognitivos*. Por lo anterior es que Giere puede decir que el mejor modo de representación en la ciencia son los modelos, y no es que sólo sean el mejor modo, sino el primero y más natural en realidad. Sin embargo, una representación no puede ser vista como una copia fidedigna de la realidad. Ya se ha dicho que no percibimos la realidad como tal, y a esto se suma a que en la ciencia, aún los modelos y las teorías son idealizaciones, pues los sistemas físicos que se representan no son más que abstracciones donde se seleccionan sólo algunas variables observables (De la Torre, 2000). Ni siquiera hablando de leyes se puede confirmar que se habla sobre una realidad, pues las mismas no son más que construcciones humanas que sirven como reglas o guías para generar teorías exitosas (Giere, 1999b). A esta falta de certeza no se puede adherir un concepto



tan tajante como el de “verdad”, ni incluso el isomorfismo que propone van Fraassen (1996), ya que de ninguna manera podríamos asegurar que lo que dice la teoría es verdadero; y es que la verdad es un término que se encuentra esclerosado, como diría Bachelard (2000), pues al no ser originario de la ciencia, fue adherido demasiado rápido al conocimiento general por los filósofos griegos que hablaron de un conocimiento verdadero.

Por lo anterior, es más adecuado el término “similitud” (Giere, 1990), pues éste no requiere para su confirmación de un observador externo al mundo, yo mismo puedo constatar con otra persona la similitud que propongo entre un objeto y otro, y demostrarlo físicamente además de generar predicciones de comportamiento entre ambos con base en dicha similitud sin tener que afirmar (imprudentemente) una igualdad total, o comprometerme con su existencia real, sino más bien constatar alguna semejanza con algo que forma parte de nuestra realidad.

Del mismo modo, esta similitud permite que la percepción representada en el modelo tenga la posibilidad de actualizarse, sin tener que incurrir en la necesidad de decir que la anterior era falsa y descartarla, sino que va de acuerdo con nuestro proceso de aprendizaje, por esto Giere (2004) propone que la similitud sea especificada en términos de aspectos y grados de ajuste, pues estas características siempre serán necesarias al momento de evaluar los modelos respecto a algún sistema real.

Con Giere las hipótesis adquieren el calificativo de afirmaciones entre el modelo y sistema real (Giere, 1990), algo no muy distinto de lo que vemos como hipótesis al hacer una tesis en la cual contamos con un modelo cognitivo propio, con el cual hacemos una afirmación que pondremos a prueba mediante la contrastación entre nuestro modelo, los modelos de otras personas y la “realidad” que podamos percibir; donde al final de cuentas la hipótesis será verdadera si aceptamos que existe la similitud que propusimos desde un principio, aquí donde si hubo una relación lingüística que podemos constatar entre dos o más personas.

El realismo constructivo de Giere es una propuesta pertinente en la filosofía de la ciencia, pues recuerda que debemos tener humildad como filósofos, que la ciencia marca una pauta muy importante dentro de su estudio y que también los científicos

mismos tienen sus limitaciones como seres humanos, que la ciencia es un constructo social y las teorías, hipótesis y modelos también lo son, por lo que no debemos caer en el error de pensar que la ciencia dará el “conocimiento verdadero” tan ansiado por los positivistas, pero sí puede dar una buena imagen de cierta realidad que podemos construir como seres humanos, que puede dar a conocer ciertas características de los sistemas reales y que será de utilidad durante ese proceso constructivo.

## **2.9 Hacia una ciencia humana**

¿Y cómo podemos lograr esa tendencia hacia una ciencia humana con la ayuda del realismo constructivo? Como ya vimos, la inserción del naturalismo ha permitido la separación entre la ciencia, la filosofía y la religión, una separación que es sana y necesaria después de una relación un tanto tormentosa, pero que tendrá buenos frutos para todas ellas cuando encuentren su individualidad y valor por sí mismas. Y podemos encontrar que no es casualidad que el crecimiento y búsqueda de autonomía se haya dado en este orden; en principio la religión, o mejor dicho la teología, mantenía prioridad jerárquica; posteriormente la filosofía, mediante el ejercicio de la razón, alcanzó un nivel más alto en la obtención de conocimientos y finalmente la ciencia natural reclamada por Galileo (Marcos, 2010), que hoy en nuestros días mantiene gran prevalencia en cuanto a respeto y credibilidad respecto al conocimiento que genera. Si colocamos a estas tres ramas como parte del conocimiento, podremos distinguir entre ellas algunas características que se relacionan con los procesos cognitivos del ser humano. La religión que se encuentra más cercana al mito y a lo sobrenatural (Wainwright, 2004), pero que está muy relacionada con lo emocional, donde la creencia en una doctrina religiosa se ve influida fuertemente con lo que dicha religión hace sentir a los fieles; (Carroll, 1972). Es bien sabido por la psicología que una persona desde pequeña y sin necesidad de tener mucho conocimiento tiende a creer en aquello que le genera un sentimiento de calma y protección, aunque sea temporal, aun cuando se hacen ajustes neuróticos, como la represión, lo importante no es apegarse a lo correcto o más

adecuado a futuro, sino disminuir la tensión respecto a una realidad de la cual no conocemos sus límites o la causa de sus efectos (Carroll, 1972 y Singer, 1984). Es interesante que en neurociencias la emoción juegue un papel fundamental para recordar cualquier experiencia y que forme parte esencial del proceso de aprendizaje (Damasio, 1999). La filosofía, por su parte, puede verse identificada con un aspecto racional, ya que comúnmente relacionamos lo filosófico con lo reflexivo, con la búsqueda de sentido y la explicación de los conceptos, con un proceso que puede permitirse el no dejar cuestiones claras (Marcos, 2010), pero que no por eso está mal, pues como Damasio (1999) ha aclarado, la razón pura tendría esa tendencia a dejar cosas inconclusas. La ciencia, a diferencia de las anteriores, invita directamente a la acción. No es coincidencia que la física sea la ciencia que mejor representa lo científico, y es que uno de los objetivos primordiales de los científicos es comprobar sus teorías, no el justificarlas (Prigogine y Stengers, 2002), la ciencia contrasta sus predicciones actuando en la realidad (De la Torre, 2000) y haciendo realidad nuevas posibilidades que no existían antes en la naturaleza (Fargot-Largeault, 2009) (Hacking, 1996). La ciencia está constituida, pues, como una parte física en su mayoría y en el nivel cognoscitivo alcanza cierta analogía con el cuerpo, y con la acción en el proceso de toma de decisiones, o al menos así es como la reconocemos en comparación con la filosofía o la religión.

No podemos negar que dentro de la religión, la filosofía y la ciencia se ven involucradas las tres características: emoción, razón y acción, y es interesante que éstas podrían representar a cada una de las características mencionadas, además de que como ya hemos dicho, ciencia, religión y filosofía forman parte de un mismo proceso; el proceso de generación de conocimiento. Aquí podríamos entender por qué Alfredo Marcos dice que “uno de los intereses más naturales y primarios del ser humano es el interés por el conocimiento como tal” (Marcos, 2010: 90), aunque también cabría decir que más que un interés volitivo, el proceso de generación de conocimiento es algo de lo más natural, pues satisface la configuración de nuestros sistemas cognitivos.

De este modo, la ciencia se presenta como algo más humano en su búsqueda del conocimiento, pero algo que el realismo constructivo no ha resuelto desde la

perspectiva humana es el uso del concepto de verdad, aunque sí da una buena pista al recalcar que la verdad o falsedad en la ciencia puede utilizarse como una expresión (Gieryn, 1990), como juicios posteriores al proceso científico, después de que los modelos y las teorías se han aceptado o rechazado.

Pero ni las personas comunes, ni los filósofos pueden darse el derecho de juzgar si los científicos han aplicado bien sus métodos, o si han llegado a encontrar la verdad del mundo, aquello que sí podemos reclamar es lo relacionado con nuestro futuro (Fargot-Largeault, 2009). Para ello la ética y la filosofía de la ciencia pueden hacer gala de su presencia sin exigir mucho a la ciencia, pues vale la pena expresar que no podemos cargarles la mano a los científicos y hacerlos responsables de cualquier error humano o de la enfermedad mental de los hombres que utilizan los descubrimientos científicos como armas, porque la labor del científico no es una actividad puramente ética (Artigas, 2011), y los científicos no podrían ser conscientes de todas las posibilidades respecto a sus descubrimientos, ya que ningún ser humano cuenta aún con la capacidad de percibir los peligros a futuro a escala global (Goleman, 2013). Así que propongo que seamos realistas en el sentido de entender hasta dónde llega la responsabilidad de la ciencia y qué podemos pedir de ella, o bien de los científicos, lo que asumimos al creer en ellos y que desempeñan bien su trabajo “como científicos”. Es en este punto donde sí podemos hablar de “verdad” en la ciencia y donde podremos entender en parte el porqué de su éxito, no por la verdad en sí, sino por el valor que en ella subyace: la veracidad. Cuando uno es veraz no dice mentiras, la gente sabe a qué atenerse, admite cuando comete un error, dice la verdad sin importar lo que pase, no exagera para darse importancia, se muestra como es, conoce la diferencia entre realidad y fantasía, aplica justicia y discernimiento, investiga antes de aceptar una idea (Kavelin Popov, *et al.*, 1998).

La ciencia tiene éxito porque es veraz, porque muestra sus resultados como son, aunque ello implique ciertos riesgos y los científicos deben informar al respecto. Mas no debemos olvidar que los científicos no trabajan por cuenta propia, en la actualidad la mayoría son contratados y hacen ciencia para generar algún beneficio a sus contratantes, la ciencia es solamente un sistema inmerso en otros sistemas

(económico, político, etc.) y subsistemas sociales (Marcos, 2010), por lo que no podemos pensar que deben existir en ella todos los valores. Si vemos las cosas como son, la gente sigue contratando científicos porque confían en que cumplirán con su trabajo y que serán veraces en los resultados, porque mantienen este valor consciente o inconscientemente; por ello se le ha confiado a la ciencia el conocimiento verdadero, pero no como conocimiento total, sino como resultados fidedignos, comprobables y repetibles. Esta es la ciencia humana, la ciencia como tal, aunque no es en ningún sentido la ciencia ideal para el futuro de la humanidad. Finalmente, diremos que el realismo constructivo ha abierto grandes posibilidades para conocer y replantear lo que ya sabíamos sobre la ciencia, pero no termina de defender al realismo en el ámbito filosófico, no explica por qué el realismo es necesario o indispensable ni rebate la objeción epistemológica respecto a la justificación del realismo, pues bien podría existir una confianza en la ciencia sin tener que llamarse realismo, pero ¿por qué debería considerarse realistas a los científicos mismos? Eso es algo que sólo Ian Hacking ha dejado claro y con ello comenzado definitivamente un proceso de desmitificar la ciencia.



## CAPÍTULO 3

### EL REALISMO EXPERIMENTAL DE IAN HACKING

#### 3.1 ¿Quién es Ian Hacking?

Ian Hacking (1936), nacido en Vancouver, Canadá, es catedrático de Filosofía y miembro del Instituto de Historia y Filosofía de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Toronto. Autor de diversos artículos y libros. Entre sus principales libros se encuentran: *The Emergence of Probability* (1975), *Why Does the Language Matter to Philosophy?* (1975), *Representar e intervenir* (1983), *The Taming of Chance* (1990), *Rewriting the Soul: Multiple Personality and the Science of Memory* (1995), *Mad Travelers: Reflections on the Reality of Transient Mental Illnesses* (1997), *The Social Construction of What?* (1999) e *Historical Ontology* (2002)" (Martínez, 2005). Es uno de los filósofos más influyentes de la segunda mitad del siglo veinte, ha escrito sobre probabilidad y constructivismo social, además del realismo científico (Psillos, 2007). Introdujo el *realismo de entidades* y dentro del mismo desarrolló el realismo experimental, con la intención de reivindicar al realismo dentro de la filosofía de la ciencia, donde es muy conocido por denunciar el empobrecimiento de ésta, argumentando la falta de atención por la actividad del científico y el enfoque casi exclusivo que se tuvo por mucho tiempo hacia las teorías y la representación. Sin embargo, Hacking no es partidario de una sola definición acerca del realismo, pues entiende que realismo no significa una sola posición filosófica, sino un cierto espectro de *posibilidades*, dentro de las que se encuentra el interés por los fines de la ciencia, por los resultados, o en su caso, por la práctica científica, o aquello que existe antes, durante y después de la formulación de teorías, una postura que deja un poco de lado la concepción semántica o modelo-teórica, para adentrarse a la formación y el quehacer científico dentro del laboratorio (Lorenzano, 2011).

¿Cómo es que pudo adentrarse Hacking en esta nueva perspectiva olvidada por los filósofos de la ciencia? En primer lugar, Hacking no se considera a sí mismo como un filósofo de la ciencia, porque opina que para poder llamarse uno mismo de tal

manera es necesario conocer realmente sobre ciencia, y ser digno de llevar este título es algo que según este autor, no ha sido alcanzado ni siquiera por el mismo Kant. Como filósofo, este es su primer gran logro; la humildad que le permitió entender que para poder hablar sobre ciencia, es indispensable ayudarse de los científicos, y así menciona en sus lecturas y entrevistas a grandes colaboradores, como los físicos, Francis Everitt y Melisa Franklin. Esta misma actitud le permitió tratar los problemas científicos con seriedad, y en consecuencia, que los científicos tomaran en serio sus escritos, eludiendo así la inútil discusión entre filósofos y científicos por ver quién tiene la razón sobre cómo debería pensarse la ciencia (Vagelli, 2014).

Es importante notar que en el prólogo que hace Hacking para la edición del libro de *Las Revoluciones Científicas* (2013) en su 50º aniversario, menciona la frase donde se dice que el progreso en la ciencia no es una simple línea hacia la verdad, pues habrá más progreso de otras concepciones menos adecuadas, así como de las interacciones con el mundo; este libro lo menciona Hacking como una de sus grandes inspiraciones. También podríamos decir que de acuerdo con Hacking, la lectura y estudio de autores no es lo que convierte a una persona en filósofo, sino la experiencia de “discutir con una persona, cuidadosamente, alrededor de una hora a la semana, por dos años” (Vagelli, 2014: 245)<sup>21</sup>; al menos comenta que eso fue lo que le convirtió en filósofo. Del mismo modo expresaríamos que un científico no se hace leyendo sobre ciencia, sino ejerciendo como científico, experimentando, discutiendo, generando hipótesis y comprobando teorías. Lo anterior parece ser una gran influencia en Hacking para la creación del realismo experimental expuesto en su libro *Representar e Intervenir* (1996), el cuál es su trabajo más representativo, que fue escrito durante su estancia en la escuela de filosofía de la ciencia de Stanford hace más de 30 años, y en el cual se enfoca el presente trabajo.

---

<sup>21</sup> “[...] by discussing with one person, very carefully, for over an hour a week, for two years. That’s what made me a philosopher.” Traducción propia.



### **3.2 Enfoque del realismo experimental**

En el capítulo anterior analizamos el realismo constructivo de Giere, quien se enfoca en las discusiones conceptuales y semánticas respecto al realismo; sin embargo, en este último capítulo trataremos las objeciones epistemológicas relacionadas con la justificación de las afirmaciones realistas, así como las causas y consecuencias del éxito experimental. Aunque Hacking no se interesa por las cuestiones epistemológicas de la ciencia, sino por las metafísicas; es parte fundamental de este capítulo dar a conocer las repercusiones inevitables que ha tenido su filosofía, que aun siendo más antigua que la propuesta por Giere, mostraremos cómo hoy sigue marcando la pauta dentro del proceso de desmitificar la ciencia, presentándose como una postura fundamental para confirmar la existencia de las cosas sin tener que ponerse a reflexionar demasiado sobre su realidad externa, sino poniéndola a prueba.

### **3.3 Orígenes del realismo experimental**

Desde 1980 se comenzó a notar la existencia de cierto descuido por parte de filósofos, historiadores e incluso sociólogos respecto a la ciencia experimental. Para entonces se reconocían tres tradiciones de investigación: teórica, experimental e instrumental, teniendo entre ellas cierta autonomía respecto de la otra; Hacking diría que “tenían una vida propia”; sin embargo, este abandono de la ciencia experimental se observaba años antes, pues el punto focal eran las teorías y sus diferencias entre la observación o la poca repercusión que tenía sobre ésta el experimento. De hecho, el experimento era considerado como una mera herramienta para probar las teorías, siempre dependiente de la misma u otros factores relacionados (Xintong & Yuhui, 2016).

Hacking comenta que la filosofía se había obsesionado por la teoría y esto es bien cierto, pues como vimos en capítulos anteriores, es un problema que lleva ya mucho tiempo sin resolverse del todo y que aún continúa. Esto es precisamente lo que Hacking pudo prever; que la discusión entre realistas y antirrealistas no sería muy

concluyente si se llevaba solamente alrededor de esta problemática inscrita en el lenguaje. Y sin embargo deja muy claro desde el principio que su intención no es darle una importancia mayor al experimento, sino hacer ver la variedad y riqueza que tiene la *vida científica*, que de algún modo no puede ser encasillada por la filosofía, postura proveniente de Rom Harré y similar a la que tomaría Giere posteriormente.

1970 es el año en que el tema sobre los experimentos comienza a tomar vuelo desde una perspectiva social, sin embargo, era de esperarse que las discusiones comenzaran casi instantáneamente, como ocurre comúnmente cuando se habla de admiradores de dos bandos. Y la pregunta principal era ¿cuál es la relación entre la evidencia y una hipótesis? Cambiando posteriormente el nombre hipótesis por estructura de creencias o juicios, pero ello no fue más allá de lo histórico y social, pues llegó el momento en que el hecho se salió de lo científico para terminar en un campo de las creencias (Hacking, 1988). Esto precisamente es lo que ocurre aún hoy al respecto en estos temas, pues existe una tendencia a separar el tema científico para llevarlo a lo teórico. Sin embargo, Hacking no echó esta información en saco roto, pues de ello encontró un trabajo muy interesante de A.C. Crombie llamado *Presuposiciones filosóficas e interpretaciones cambiantes de Galileo*, que lo llevaría a comprender la existencia de diversos tipos de razonamiento en la ciencia los cuales también evolucionan, siendo uno de estos aquel que pone a prueba a la naturaleza por medio de los instrumentos en un ambiente estrictamente de laboratorio. Posteriormente, las teorías construccionistas pusieron a prueba a la ciencia, porque mientras antes se creía que la naturaleza era la que hacía ver una hipótesis como verdadera o falsa, se colocó otra posibilidad de teorías que eran aceptadas por las personas, pues la decisión final es negociada y promulgada por las sociedades científicas (Latour & Woolgar, 1979). Esta perspectiva representó uno de los trabajos antirrealistas más fuertes en su momento, ostentando que los entes no existían hasta que eran contruidos socialmente, es decir, que no existe una realidad en sí, lo cual Hacking llamaría necesariamente antirrealista, sino irrealista (Hacking, 1988), postura tanto extrema al expresarse como la única manera de proceder en la ciencia, pues en realidad la decisión final no depende

solamente de quienes dan el veredicto, sino de todo un equipo, del trabajo experimental previo y una serie de resultados que han tenido que ser comparados y revisados. Por lo tanto, decir que la ciencia funciona de una sola manera y que todo es una mera construcción humana raya en el simplismo, porque lo que se encuentra en el laboratorio depende del tiempo histórico, así como del tiempo límite de cumplimiento, de la tecnología, la preparación y pericia del(los) científico(s) y a veces hasta de la suerte, por tanto, no podemos decir que todo es construcción social, porque no todo es controlado por las personas. Hacking empieza a tomar más seriamente la experimentación, porque comienza a comprender cómo los filósofos de la teoría tienen una visión limitada al respecto, pues su enfoque apunta hacia la posibilidad de una verdad única, y a estos parece no importarles demasiado la práctica ni el proceso, así como también Giere (1990) comentó posteriormente. A esta tendencia clásica en filosofía de la ciencia a la cual se opone Hacking se le llama *teoreticismo*, y como su nombre lo dice, da preferencia a los aspectos teóricos del conocimiento, pero esto no es lo grave, sino que también busca contener toda actividad científica como elaboración conceptual y teorización, dejando a lo empírico como un punto de apoyo que debe quedarse al margen por considerarse solo una consecuencia de lo teórico. Entre otras filosofías, la concepción poperiana es la que más se encargó de realzar la importancia de las teorías en el ámbito científico con su falsacionismo, donde tomaba la racionalidad como conjetura y refutación, lo cual formó parte de su explicación respecto a la dinámica de la ciencia y la búsqueda de la verdad, o mejor dicho, la verosimilitud como objetivo primordial del conocimiento científico. Al encontrarse con la importancia del lenguaje y el significado dentro de los enunciados científicos, la preocupación principal de los filósofos se convirtió en comprender cuál era la relación que guardaba el lenguaje con la realidad; un tema tan complicado que aún al día de hoy no se tiene una respuesta que podamos considerar certera, y por tanto ahora comprendemos por qué necesitó de tanta atención; es una pregunta imposible de responder con total seguridad por medios puramente racionales. Fue así que con tanta aplicación de tiempo y esfuerzo al tema de las teorías, la parte experimental quedó relegada al borde por relacionarse con

lo no-teórico, y visto como necesario solamente hasta que fuera preciso poner a prueba la teoría o bien, buscar refutarla (Ferreirós & Ordóñez, 2002).

Kuhn retomaría el tema del experimento pero sin analizarlo a fondo y preocupándose por otros aspectos respecto a la formación de teorías. Aunque se inquietó por conocer parte del proceso para generar ciencia, su análisis estuvo enfocado más que nada en la construcción teórica, en los métodos y paradigmas que formaban parte de la generación de las teorías para desmentir lo que Popper había afirmado sobre la falsación, la racionalidad y el progreso del conocimiento hacia la verdad.

Tras esta ausencia de interés por indagar en lo experimental, y habiendo dejando de lado este tópico por más de tres siglos, Hacking es quien reconoce esta falta; inmerso en el universo científico, con colegas que se dedicaban a hacer ciencia, e interesado en la discusión respecto al realismo, pudo notar que la filosofía de la ciencia necesitaba reformarse, y con ello quiero decir, cambiar la concepción de sí misma. Según Hacking, la filosofía orientada a la teoría dejó una imagen de la naturaleza como algo predominantemente pasivo e inerte y que debía poder definirse totalmente, haciéndonos creer que era posible desentrañar sus secretos, de arrancar de ella alguna verdad, como si ésta estuviese allí solamente en espera de que el *hombre* la descubra en una especie de racionalismo utópico. Pero este no es el comportamiento de la naturaleza ni de la ciencia, lo que ha hecho esta visión es opacar el verdadero trabajo que se realiza antes de poder decir que se ha descubierto algo nuevo; para Hacking, la ciencia no es pasiva, sino colaborativa, pues los resultados no se dan por sí solos; tiene que existir antes una relación de *coqueteo* en la que el científico pone a prueba por medio de experimentos las reacciones de la naturaleza, y ésta fija los límites (no al contrario como proponía la imagen baconiana de un científico macho y la naturaleza recatada), y esto no se comprueba por medio de lo puramente teórico como veremos posteriormente. Para Hacking fue un alivio que la ciencia contemporánea haya encontrado la iluminación, para poder ver aquello que se había estado ignorando de la misma y de su relación cardinal con la naturaleza: la intervención (Hacking, 1988).

Si habiendo buscado una respuesta sólida por la parte teórica no habían surgido más que discusiones infinitas, entonces habría que ver otra perspectiva que pudiera retomar la filosofía, y si los mismos teóricos habían separado al experimento de la parte teórica, entonces ésta bien podría ser otra rama de la misma filosofía. Para comenzar en un campo emancipado de las discusiones enredadas, era necesario separar a la filosofía realista en dos partes: el ya agotado realismo teórico, y un prometedor realismo ontológico, donde el antirrealismo no había incursionado aún y en donde, como veremos más adelante, podría tener menor fuerza que en la parte teórica.

### **3.4 Realismo de teorías y realismo de entidades**

Ciertamente nos encontramos ante una defensa del realismo científico, visto como la postura que “dice que las entidades, los estados y los procesos descritos por teorías correctas realmente existen” (Hacking, 1996: 39), y así lo creerán los científicos mismos cuando descubren la presencia de una nueva subpartícula (Particle fever, 2013); de acuerdo con Hacking, *la realidad tiene que ver con lo que hacemos en el mundo* y ésta es su tesis acerca de la realidad.

Aquí cabe mencionar la causa bien conocida por la que Hacking se vio interesado en defender al realismo científico, conjuntando su interés por lo experimental. Fue gracias a una experiencia con un amigo científico que le habló sobre un ingenioso experimento que se llevaba a cabo en Stanford (por LaRue, Fairbank y Hebard) para detectar cargas eléctricas fraccionarias (quark=  $1/3$  de electrón), donde se utilizaba una gota de niobio enfriada y suspendida entre dos placas cargadas eléctricamente, donde la gota cuenta con una carga inicial que cambia gradualmente, lo cual es medido y permite determinar la presencia de un *quark* dependiendo de cómo se de dicho cambio. Y lo más importante del experimento para Hacking ocurre al momento de alterar la carga eléctrica de la bola de niobio en cuestión, pues para ello es necesario rociarla con positrones (+) o electrones (-). Y de aquí la popular frase de Hacking: *“Hasta donde a mí concierne, si se puede rociar*

*algo con ellos, entonces son reales*” (Hacking, 1996: 41) (Desde esta perspectiva, los electrones son reales, los *quarks* aún no).<sup>22</sup>

Hacking define como *entidad teórica* a todas aquellas cosas postuladas por teorías, pero que no se pueden observar (partículas, campos, procesos, estructuras, estados, etc.). Y con esto hace una distinción, que podemos considerar tal vez como una de sus más importantes aportaciones dentro del realismo; la división del realismo científico en realismo para teorías y realismo para entidades, donde “El problema con respecto a las teorías es si son verdaderas, o si son verdaderas-o-falsas, o candidatas a ser verdaderas, o si aspiran a la verdad. El problema con respecto a las entidades es si existen o no” (Hacking, 1996: 45). Y esto tiene gran relevancia, pues antes existía la creencia de que si uno era realista, lo era en todos los aspectos y del mismo modo si se era antirrealista, pero Hacking pudo distinguir que una persona podía ser realista respecto a las teorías (aceptar que la teoría hace referencia a los fenómenos observados) y al mismo tiempo antirrealista respecto a las entidades (tomar las entidades teóricas como, ficciones, construcciones lógicas o como mera referencia a los fenómenos observados), como Russell por ejemplo, y en viceversa, como Nancy Cartwright (1984) o el mismo Hacking quien además opina que debatir en el nivel de las teorías siempre terminará en respuestas inconclusas (Martínez, 2005).

Sin embargo, no hay que confundir al realismo de entidades como lo hacen algunos autores (Rolleri, 2012) al decir que éste es un *realismo ontológico* que acepta la existencia de todas las entidades postuladas por la ciencia, pues Hacking aclara bien que él se refiere a muchas de estas entidades, no a todas; y así también lo aclaran otros autores (Diéguez, 1998b y Sapp en Vargas, 2008) al explicar el realismo científico tomando en cuenta que puede haber excepciones ocasionales. Y para ello basta aclarar que estas entidades cuya existencia es aceptada serán

---

<sup>22</sup> Cabe mencionar que recientemente, Hacking ha comentado que tal vez habría sido mejor decir, “*si puedes contarlos, entonces son reales*” (Vagelli, 2014: 252) y aclara que del modo anterior, uno podría caer en el error de convertirse en un *cazador de fantasmas*; esto probablemente se deba a que en la filosofía actual no basta con el hecho de decir que se manipula a los entes, sino que además hace falta conocerlos lo mejor posible, predecir el efecto que tendrán, comprender las causas de dicho efecto, de ser capaz de aislarlos (o contarlos) y además definir sus propiedades y estructura.

nombradas *entidades teóricas satisfactorias*, y no entidades hipotéticas, no entidades reales o verdaderas. Así entra la parte epistemológica, al comenzar a pensar que pueden existir buenas razones para creer que algunas de estas entidades satisfactorias existen en la ciencia, proponiendo al realismo de entidades como una tesis del conocimiento.

¿Cómo es que se da el cambio de realismo de entidades a realismo ontológico, o viceversa? En primer lugar, al afirmar la existencia de cualquier entidad teórica nos referimos a un *nivel ontológico* real al cual ellas pertenecen, por lo que tales entidades existirían aunque no hubiera una teoría que hablara sobre ellas.

Ontología significaba originalmente “teoría del ser”, sin embargo su significado más exacto sería teoría del ente por el genitivo “ontos” que significa “ente”. La ontología es además un intento de clasificar los entes, de definir su estructura y conocer cada tipo de ente. Según García Morente (2004), los cuatro aspectos fundamentales de la ontología son:

1. Llamamos ontología a la teoría de los objetos (de lo que hay en mi vida la cuál es una realidad).
2. No todo lo que hay en mi vida tiene igual estructura óptica.
3. Entre las cosas que hay en mi vida, puedo distinguir objetos que son y objetos que valen.
4. Objetos que son reales, ideales y la vida.

El programa ontológico concurre con el metafísico por el hecho de tomar la vida como lo más profundo del ser y aquello que determina la realidad, lo que conlleva la pregunta de ¿qué es lo que de verdad existe? Es por esto que Hacking comenta que el realismo es ante todo una postura metafísica (Martínez, 2005), al menos el realismo ontológico pues analiza aquello que interviene antes de la teoría, antes del lenguaje, la vida misma de las personas; y en este punto no se aleja demasiado de la postura de Giere, quien también se preocupa por lo que hacen los científicos y su función como *decision makers* y agentes cognitivos. Es así que el realismo de los entes también es llamado realismo ontológico, pues podemos observar la relación estrecha entre el ente y lo ontológico. Lo real significa *cosa* en su sentido estricto,

la cosa que no sólo está ahí, sino que está en el tiempo y que se transforma sucesivamente y secuencialmente (causalidad), es individual y tiene presencia en el mundo; presencia que se distingue con la palabra *real* (García Morente, 2004). Si la vida es lo que determina la realidad, entonces no necesariamente va ligada con el lenguaje, pues al mismo tiempo que existe nuestra realidad, existe la de los animales y de todos los seres vivos, que aunque son realidades distintas, no podemos negar su existencia, sólo dudamos de aquello que no podemos ver a simple vista, y en este punto podríamos preguntarnos, ¿es que acaso las partículas subatómicas, los campos magnéticos o los agujeros negros tienen vida? Y en este punto tal vez ya nos dimos cuenta de que hemos entendido mal lo que significa *realidad*, pues no es que sea la realidad de lo vivo, sino de nosotros como seres humanos, y esa es la única realidad que debería importarnos, (al menos por ahora, mientras no podamos enseñar el lenguaje a otros seres vivos), porque el ser humano es el que define lo que es la realidad, por el hecho de que ésta no puede definirse a sí misma; y aunque al llegar a cualquier definición o concepto requerimos forzosamente del lenguaje, no significa que necesitemos del lenguaje para reconocer una cosa que existe frente a nosotros, no necesitamos conceptualizar la piedra para saber que se encuentra ahí, o el cielo; sabemos de su existencia por los sentidos, por lo que hacemos de las cosas y lo que provocamos con ellas; esta es la postura de Hacking.

### **3.5 El hombre que representa**

Dentro de la división que se hace sobre los objetos o cosas podemos diferenciar básicamente dos tipos: objetos físicos y objetos psíquicos (García Morente, 2004). Desde cierta perspectiva, se dice que ambos objetos pueden considerarse como reales por existir ambos en el tiempo y obedecer al principio de causalidad. Pero la tradición filosófica decidió que lo real es solamente lo físico por su propiedad espacial, por lo que algo existe sólo si podemos verlo; por tanto, aunque no podemos negar la existencia de lo psíquico, tampoco podemos aceptarlo, y como ya hemos visto en capítulos anteriores, esto termina convirtiendo a la ciencia en



mito. Es por esta inextricable cuestión que se hace necesario dividir el quehacer científico en sus partes; por una parte, lo psíquico, lo teórico o la representación como aquello que no tiene una corporalidad espacial; y por otro lado lo físico, ontológico o experimental, como aquello con lo que podemos interactuar con el mundo empíricamente (parecido a los mundos de Popper, pero sin tener que dividirse en realidades distintas).

¿Por qué el hombre se enfocó tanto en la representación dentro del ámbito filosófico? En primera instancia, debemos recordar la vieja usanza aristotélica, que consistía en atrapar la esencia de las cosas por medio de los conceptos, y desde este punto se encontraba implícito el lenguaje. Así la tradición ha continuado intentando definir ¿qué es el conocimiento?, ¿qué es la ciencia y hacia dónde se dirige?, ¿qué es lo real?, etc. Pero no podemos culpar a los filósofos por dirigirse de este modo pues como vimos en el capítulo anterior, gran parte (sino es que todo) del quehacer filosófico consiste en la actividad reflexiva, donde muchas veces los problemas más interesantes son aquellos en los que más se puede ahondar. ¿Qué cosa más interesante entonces que la verdad? Ciertamente si existiera alguien capaz de englobar la verdad en un concepto sería vitoreado como un campeón filosófico y ciertamente eso es algo tentador. Tal vez la ventaja de Hacking fue no haber comenzado su educación con cursos de filosofía básica, esquivando el vicio de la búsqueda por la verdad y enfocando su atención en aquello en lo que se originaba todo el problema: “Realidad...qué concepto.” (Hacking, 1996: 35)

Para Hacking, la explicación de nuestro interés por la representación viene primeramente por el hecho de querer decir cómo es el mundo, de pensar al mundo, y esta necesidad, que a veces llega a parecer una especie de compulsión, puede explicarse por medio de la antropología filosófica o *ciencia del hombre* inaugurada por Kant, por medio de la cual hemos determinado que el hombre es un animal con características específicas de su especie, como caminar erguido o fabricar herramientas, aceptándolas sin notar que estos rasgos pueden incluso ser arbitrarios, por definir a toda la especie con ciertas características que en sí no podemos justificar como definitorias del ser humano; sin embargo, esto permite crearnos fantasías útiles sobre aquello que define al hombre, y por tanto, Hacking

propone que los seres humanos no son *homo faber*, sino *homo depictor* o gente que hace representaciones (pinta, imita, esculpe, etc.).

Hacking se refiere a las representaciones físicas, hechas para ser contempladas o examinadas como algo que se coloca frente a la mente y que tiene la particularidad de haberse hecho pública y externa en algún grado. La representación depende de nuestra inteligencia y por eso las teorías son representaciones que hacemos porque podemos, porque para Hacking, cualquier ser con nuestras capacidades tendría que buscar la representación, tal vez en un principio, como medio de comunicación (en la caza) y/o expresión emocional; recordemos que para entender una emoción no es necesario hablar, sino que basta con mover los músculos faciales de cierta forma, y que es algo que incluso hacemos inconscientemente (Ekman, 2012), por lo que podemos decir que es algo que existe aun antes del razonamiento. Si imaginamos a nuestros ancestros en un momento anterior al lenguaje, debemos recordar que una capacidad indispensable para la supervivencia es la comunicación silenciosa y rápida para poder cazar o prevenirse mutuamente acerca de un peligro, lo cual se logra por medio de imitaciones o movimientos que representen y hagan entender al otro lo que está por ocurrir. Por lo tanto, representar es al mismo tiempo y análogamente lo que representa la naturaleza del ser humano (o como diría Hacking, de la gente) y específico de la especie, y esto es algo que en la actualidad puede adquirir fuerza gracias a las neurociencias. La representación será la primera invención (concepto de primer orden) característicamente humana (Hacking, 1996). Es por esto que el hombre concentra su tiempo y energía en comprender cada representación, y preguntarse a qué hace referencia, en un principio, pudo haber sido un hecho de vida o muerte saber si esta referencia era respecto a algo real, como un tigre o un lobo, y utilizarse posteriormente, para representar una idea o una fantasía por ejemplo; sin embargo, aunque hoy no es necesariamente algo de vida o muerte, los filósofos han tomado esa postura muchas veces intolerante respecto a lo que las teorías representan y no como si nuestra existencia dependiera de ello, llega el punto en que la discusión se vuelve un intento de tener la razón o de dominar al otro, más que de encontrar algo realmente substancial respecto al mundo.

¿Por qué si hablamos de realidad, no vale la pena quedarnos en el campo de la representación? Como bien escribió Hacking, y retomado posteriormente por Giere; es que toda representación es una similitud. Esto significa que cualquier teoría, modelo o representación de cualquier tipo, no harán más que mostrarnos una visión re-estructurada y muchas veces reducida de lo que existe, “las representaciones por lo general no pretenden decir cómo son las cosas” (Hacking, 1996: 166), y es que toda representación depende de la percepción de quien la crea o la utilidad que ésta vaya a tener, y siendo así, hay muchos aspectos que pueden escaparse sin tomar en cuenta que existe más de un sistema de representación. Ya hemos discutido que incluso las teorías físicas sólo muestran una parte de la realidad y que ésta no es una realidad como tal (nadie puede asegurarlo), sino algo idealizado para nuestra comprensión. Es por esto que cuando intentamos identificar algún tipo de relación entre lo teórico y el mundo, nos encontramos con un concepto aún más embarazoso como *la verdad*.

### **3.6 Realismo sin verdad**

Se puede ser escéptico o antirrealista sobre la verdad de las teorías que refieren entidades, pero una cosa es creer o pensar y otra cosa es hacer o manipular. Ya hemos discutido las distintas teorías de la verdad en el capítulo 1, encontrando que existen al menos tres más representativas: coherentista, pragmatista y correspondentista; donde la tercera ha sido la más discutida y aceptada dentro de las explicaciones realistas antes de Hacking, aun cuando la segunda es la única que toma en cuenta a los científicos como aquellos agentes que deciden lo que será tomado como verdad, a diferencia de la teoría de la verdad como correspondencia, que propone una relación entre nuestro lenguaje y la realidad, aceptando de manera apriorística que tal verdad existe y que somos capaces de alcanzarla. Pero para Hacking, así como para Giere, esto no es posible. Para Hacking, el realismo es una actitud, una posición ontológica y una discusión acerca de lo que existe, no acerca de la relación entre el lenguaje y la existencia, ya que aunque necesitamos del lenguaje para expresar aquello que existe, esto no significa que las cosas sólo

existan cuando son nombradas o contenidas por un concepto, ni que se encuentren allí para que podamos percibir las tal cual son, pues ya hemos aclarado el error de Descartes (Damasio, 1999), quien proponía el *cogito ergo sum* (pienso, luego existo), colocando a la mente como factor precursor de la existencia, y así es como lo han tomado los filósofos teoricistas; sin embargo, hoy sabemos que esto no es así, primero necesitamos de nuestro cuerpo, después podemos pensar, sentir o expresar cualquier cosa; al menos, desde la perspectiva científica, esto es así, y un ejemplo análogo son las computadoras, donde el software es obsoleto si no se tiene el hardware adecuado (p.ej. No es posible trabajar adecuadamente en Windows Vista y posteriores Sistemas Operativos con una memoria RAM menor a 2GB).

La verdad no asegura la existencia, pues la primera pertenece a la semántica, y la segunda a la ontología, y “el realismo trata de lo que está afuera de la mente”. Es así que el problema de la semántica es hacer creer a las personas que la ciencia aspira a la verdad (Martínez en Vargas, 2008) y que esta verdad es una correcta representación del mundo, pero como afirmamos al final del capítulo anterior: la ciencia no puede aspirar a la verdad, son los científicos quienes deberían tener el valor de la veracidad, y ésta es una gran diferencia.

Algunos filósofos de la ciencia parten de la idea de que la ciencia debe ser el mejor modo de conocer el mundo (cientificismo), es por esto que cada uno de ellos intenta hacer de la ciencia su mejor herramienta, y por tal motivo, en ocasiones se cae en interpretaciones sobre lo que la ciencia debería hacer o no, sobre lo que busca, o sobre cómo deberían pensar los científicos y cómo han de utilizar sus recursos intelectuales; todo esto, a partir de la presuposición de que la ciencia es el mejor modo de conocer el mundo sin haberse preguntado antes, ¿qué es la ciencia en realidad? Esta vaga idea de cómo debería ser la ciencia es precisamente el reflejo de lo poco que se sabe sobre ella (Laudan, 1984) y ese es el problema que Hacking ha retomado, comprender a la ciencia antes de juzgarla o decirle qué ha de buscar para considerarse ciencia, porque muchas veces es la ciencia la que cambia a la filosofía y la obliga a considerar otros puntos de vista. Pero cuando nos preocupamos por definir la verdad, en realidad estamos pensando en una manera de decirle a la ciencia cómo debe hacer su trabajo y la dirección que debe tomar,

como si ésta fuera por si sola tan irracional que podría perderse en cualquier momento sin la ayuda del filósofo, y es probable que los científicos agradezcan las ideas de los filósofos, pero esto debería ser algo recíproco, porque en realidad no podemos decir aún quien recibe más de quien.

No queda totalmente claro el modo en que los científicos hacen ciencia, pero la ciencia sí ha desmentido a la filosofía en muchos aspectos, pues gracias a la primera hoy sabemos que la ciencia no es una actividad puramente racional como se había pensado antiguamente, que las teorías son inconmensurables, y que el método científico no es infalible; y esto sólo ha sido por medio de la colaboración entre ambas, no la superioridad en lo humano de alguna de las dos. De modo que buscar definir lo verdadero es buscar adelantarse a la ciencia y eso no es posible, porque antes de que cualquier teoría pueda ser aceptada, debe comprobarse, y esto sólo es posible por medio de la experimentación, o como dijera Hacking, por medio de la intervención.

### **3.7 Experimentación**

Como ya hemos visto, Hacking se encuentra en la postura que defiende al realismo ontológico al cual entiende como una *actitud* y una posición ontológica, pues trata acerca de la existencia de los entes. Por tanto, su idea principal es que el mejor recurso para reconocer la existencia de algo no es el análisis de procesos de representación, como son los modelos o las teorías, sino por medio del proceso de la experimentación y la práctica.

Para empezar debemos explorar los conceptos que se han manejado alrededor del experimento y que pudieran haber afectado a nuestra comprensión de los mismos. En primer lugar, recordemos aquel principio general que dice que la ciencia es filosofía y técnica (Ferreirós & Ordóñez, 2002), como una especie de híbrido entre teoría y experimentación, pero como ya hemos visto en el capítulo 2, esto no es totalmente cierto pues con el naturalismo sabemos que la ciencia no se fusiona con la filosofía, porque ambas pertenecen a un escalón distinto del conocimiento, por lo que es un error decir que la ciencia es filosofía o viceversa, pero sí es posible decir

que en la ciencia se utiliza un tanto de filosofía. Aunado a este desconcierto se encuentra la visión que se tiene de la física (ciencia representativa), cuyo método se define como teórico-experimental (De la Torre, 2000), lo cual ha hecho creer que precisamente este es el orden que lleva la actividad científica, donde los experimentos existen solamente como modos de contrastar las teorías y nunca antes, siempre dependiente de éstas. Sin embargo, el experimento es más que una simple manera de corroborar lo teórico, muchas veces es la base empírica de las ciencias como en el caso de la comprensión del calor, donde hubo que experimentar por distintos medios (fricción, fuego, compresión, etc.) antes que entender el proceso, y sólo después de haber recreado el fenómeno artificialmente fue posible entender algunos principios; sólo después de haber acuñado conceptos que surgieron de la creación fortuita de instrumentos es que pudo darse la teoría (Ferreirós & Ordóñez, 2002). Esto se relaciona a lo expresado por Bachelard (1970) quien opinaba que la ciencia no se restringe a describir lo percibido por medio de la sensibilidad, sino que interviene en la naturaleza con experimentos programados, bien pensados; concepción de la ciencia que llamaría *fenomenotécnica* — en francés, *phénoménotéchnique* —, concepto que implica que además de descubrir fenómenos y explicarlos, precisa replicar lo descubierto de manera inteligente, y ello requiere un gran esfuerzo conjunto de construcción científica que aunque es un proceso que se realiza en el mundo material, por así decirlo, se sirve necesariamente de la invención y la creatividad humanas en conjunto con la razón (Torretti, 2012), algo que Hacking retomará posteriormente.

Respecto a la separación entre teoría y experimentación, Hacking comenta que el experimento tiene una vida propia, es decir, se independiza de la teoría, pues puede madurar, evolucionar, adaptarse, ser reciclada y reestructurarse por sí misma (Hacking, 1992a), dependiendo de las circunstancias y sin tener que acudir necesariamente a una teoría para ver si es pertinente cambiar o probar cosas nuevas. Para comprender esto es necesario saber que no sólo existe un tipo de experimentación, y es por ello que tampoco podemos negar que en muchas ocasiones también existen experimentos que dependen de la teoría. Una clasificación básica de experimentación se divide en:

1. Exploratoria: Se encuentra en las primeras fases de desarrollo de una ciencia, lejos de conceptos y principios teóricos bien desarrollados y ejecutados. Se trata de probar lo nuevo y variar las circunstancias imaginativamente a ver qué pasa.
2. Guiada: Emplea diseños experimentales cuidadosamente previstos en función de las teorías relevantes. Mediciones de alta precisión o experimentos que implican muchos riesgos (Ferreirós & Ordóñez, 2002).

Así pues, la creencia de que todo experimento es guiado por la teoría vendrá a ser desmentida.

La tercera perspectiva que ha creado confusión, va de la mano con la moda filosófica que dice que cada enunciado observacional está cargado de teoría, lo que implica que no hay observación sin teoría, y obviamente no hay experimento sin observación, lo cual Hacking considera como una postura idealista radical, pues observar es más una habilidad y no solamente existe en el hecho de tener una creencia o protocreencia, pues de ser así, la carga teórica sería algo muy trivial (Hacking, 1996). El autor respaldaría que la observación científica depende, más que de la teoría, de la capacidad del experimentador, quien tiene la posibilidad de detectar problemas, distinguir algo fuera de lo común, modificar el experimento o arreglar un artefacto; estas habilidades que hacen a un buen observador generalmente no se adquieren por medio de la lectura y la teoría, sino gracias a la experiencia, la memoria y algunas veces la intuición personal o grupal.

¿Y cuáles son los elementos que conforman al experimento fuera de las habilidades extracientíficas del experimentador? Cabe mencionar que de acuerdo con Pickering (1989), los elementos estructurales que conformaban un experimento serían tres:

1. Procedimiento material: disponer de aparatos y hacerlos funcionar correctamente.
2. Modelo Instrumental: la comprensión conceptual del aparato por parte del experimentador.
3. Modelo fenoménico: la comprensión conceptual de los aspectos del mundo fenoménico que serán estudiados.

Dichos elementos considerados eminentemente plásticos en un principio (dice Pickering), se encuentran desconectados y sólo forman una coherencia al final del proceso.

Esta división hace pensar que el manejo de un experimento requiere imprescindiblemente de un conocimiento conceptual previo, y por tanto, una carga teórica respecto a los instrumentos o estructuras utilizadas, pero deja totalmente de lado la experimentación exploratoria antes mencionada por lo que no puede considerarse como una división completa en lo que se refiere a la experimentación. En contraste, Hacking encuentra quince elementos en la estructura experimental de cualquier experimento (las cuales pueden variar en complejidad), agrupados en 3 categorías: ideas, cosas y marcas (Ferreirós & Ordóñez, 2002).

- Ideas: Contenido intelectual que se divide en cinco clases (*preguntas, conocimiento de fondo, teoría sistemática, hipótesis actual y modelado de aparato*).
- Cosas: materiales a investigar o que sirven para investigar, (*Objetivo y fuente de modificación*) y en ausencia de alguno de estos a veces basta con un *detector*. Muchas veces la mayoría del material consiste en las *herramientas* utilizadas para preparar los materiales de intervención. En ocasiones también se cuenta con *generadores de información*, como computadoras o escáneres que pueden a veces tener al mismo tiempo la función de *detector*.
- Marcas y manipulación de marcas (objetivos): Incluye los *datos* obtenidos antes de ser procesados, lo cual se consigue por medio de tres procedimientos distintos; *evaluación de datos, reducción de datos, análisis de datos e interpretación de datos o resultados*.

La estabilidad en este caso se obtiene cuando los elementos *co-maduran* (conjuntamente) hasta producir una “simbiosis” coherente, permitiendo la *auto-reivindicación* y justificación de la ciencia en el laboratorio con bases sólidas donde la coherencia no se busca en la relación de verdad sino por medio de la adaptación entre pensamiento, acción, materiales y marcas u objetivos (Hacking Ian, 1992b).



Como podemos ver en este caso, la teoría no toma una parte fundamental sino más bien secundaria, y en algunos casos prescindible.

Aunque ambas clasificaciones tienen desarrollos distintos, las dos permiten sacar conclusiones representativas, como que el concepto de verdad no tiene ninguna relevancia en la ciencia experimental, e incluso el realismo también se encuentra fuera en la parte donde se muestran los resultados (Ferreirós & Ordóñez, 2002), pues en este proceso no interesa describir si el ente con que se trabaja es real o no, podría decirse que si se menciona(n) es porque se da por *default* su existencia, aunque esto no signifique que el ente es precisamente como se muestra en la imagen, modelo o representación, ni que todo científico deba tener esta concepción de los entes. Sin embargo, para entender la relevancia de una visión acerca de los entes necesitamos conocer dónde es significativa y cómo se logra la convicción del realismo dentro de la ciencia experimental.

### **3.8 Interacción e Intervención**

Como ya hemos visto, uno de los propósitos principales del realismo experimental es disolver los conflictos existentes entre realismo científico y antirrealismo; es por ello que el enfoque se centra en el experimento, pues éste tiene como intención intervenir y transformar los objetos con herramientas específicas. Esto va muy de acuerdo con una de las frases más conocidas de Hacking: "...pienso que la realidad tiene que ver más con lo que hacemos en el mundo que con lo que pensamos acerca de él" (Hacking, 1996: 36); algo parecido a lo que dijera Popper de que "la interacción es una especie de quizá no necesario, aunque sí *suficiente*, criterio de realidad" (Popper, 1997: 50), pero con la diferencia de que con Hacking, no basta con ésta, pues del mismo modo es necesaria la interferencia como criterio para reconocer la realidad (Hacking, 1984), y al ser la ciencia algo que "produce" entidades (Fargot-Largeault, 2009) es indispensable aplicar la filosofía si es que habremos de decir que se hace realidad alguna de tantas posibilidades. Para ello Hacking propone la conjunción de estos dos elementos.

Interactuar con un ente tiene que ver mucho con la observación; interactuamos con las células, con los genes, los electrones, los hadrones e incluso los bosones al observar su comportamiento y manipulándolos por medio de la tecnología, pero en este punto aún podríamos dudar de los bosones pues ya hemos expuesto en qué consiste manipular y observar, pues Hacking considera que no basta con ver o definir un modelo, ni siquiera con delimitar las cualidades de un ente, si no podemos utilizarlo para modificar la naturaleza entonces lo más probable es que termine siendo tremendo error como lo fue el éter (Hacking, 1984), “La experimentación con un ente no nos obliga a creer que existe. Sólo la manipulación de un ente, para hacer experimentos en algo diferente, nos obliga a ello” (Hacking, 1996: 292). De este modo la ingeniería se vuelve indispensable para probar el realismo científico en contraposición a la teorización. Como dijera Bacon, se trata de “torcerle la cola al león”, no sólo verlo o tomarle una foto. De acuerdo con Hacking, un científico experimentador será forzosamente un realista de entidades (aunque lo que piense el científico no significa que esté en lo correcto), pues su labor consiste en utilizar dichas entidades como herramientas y no sólo eso, sino que pone a prueba sus efectos; en esto consiste precisamente la intervención, en interferir con el curso *natural* de las cosas, en crear fenómenos que no existían naturalmente, en modificar las estructuras y crear nuevas posibilidades tecnológicas (p.ej. manipulando genes o provocando reacciones químicas). Lo que cuenta es lo que podamos hacer con un ente o espécimen y que sepamos que nosotros lo estamos haciendo (tengamos conciencia de ello). De hecho, la observación y el aprendizaje dentro de la ciencia se da de este modo “se aprende a ver en el microscopio haciendo algo, no sólo mirando” (Hacking, 1996: 218); y cuando algo resulta inestable en este juego, entonces si es pertinente considerarlo como un mero artefacto que no es real (Hacking, 1984). Es así que el argumento experimental del realismo no consiste en cuestiones pasadas como inferir la realidad de cualquier ente por el éxito de la ciencia o porque nuestras predicciones sean correctas, ello sólo es una buena prueba de que hemos reconocido correctamente ciertas propiedades causales, pero como dijera Hacking, si puedes rociarlos, y generar un cambio con ellos, entonces son reales, sin querer decir que sólo los objetos de los experimentalistas existen, ni

que sean exactamente como se les representa, pero sí podemos afirmar que se utilizan (como herramientas reales) para investigar algo más dejando de ser en ese instante algo meramente hipotético.

### **3.9 Realidad e Instrumentos**

Ahora que contamos con una buena base para identificar lo real de lo hipotético, también hemos de tomar en cuenta que en los experimentos usualmente se utilizan instrumentos de distintos tipos, pues como ya hemos anotado, Hacking considera a éstos como una parte esencial del experimento dentro de la categoría de las cosas o materiales, los cuales sirven a los científicos para investigar, pudiendo ser aparatos de visión, medición o recolectores de datos. Nuestro autor ha decidido enfocarse en los microscopios, pues ha existido cierta polémica alrededor de éstos, surgiendo la duda de si realmente existe lo que vemos a través de estos instrumentos, o si simplemente vemos lo que queremos ver y lo que el instrumento permite. Aunque la misma pregunta podría darse con respecto a los telescopios, se ha pensado que es más fácil que exista aquello que si podríamos llegar a ver físicamente (con un viaje espacial por ejemplo) a que podamos acceder a lo microscópico (van Fraassen, 1996). En mi opinión, las mismas dudas pueden plantearse para ambos instrumentos e incluso podría ser más dudoso aquello del telescopio; enseguida veremos la razón.

La exactitud de lo que vemos a través de un microscopio ha estado en boga, principalmente por el hecho de que ha sufrido un proceso lento de transformación desde su invención debido a que las variedades de lentes generan ciertos tipos de efectos ópticos y aberraciones o distorsiones que pueden ser difíciles de distinguir para el observador sin preparación, o por el hecho de que ciertos especímenes por su transparencia han de ser observados con cierta preparación o ayuda de otros materiales (como la anilina), los cuales podrían modificar la estructura de lo observado o matar al espécimen al estudiar seres vivos.

Como ya mencionamos anteriormente, para ver (correctamente) a través de un microscopio, es necesario aprender, y este proceso se da mediante la práctica,

aprendiendo a modificar los valores del instrumento, como la posición de los lentes e incluso para encontrar el ambiente más óptimo para observar con las características más adecuadas (iluminación, ruido, etc.) para realizar la observación, que como ya hemos visto es una habilidad en la que no es indispensable contar con una teoría formal para aprender. Así pues, la práctica permite *distinguir* entre estas diferencias (aquí la teoría puede ayudar a afinar la percepción pero no es indispensable) y esta es una de las primeras fuentes de convicción para los científicos sobre la realidad acerca de lo que ven. Diría Hacking que de este modo uno adquiere un sentido de realidad microscópica (Hacking, 1985), lo cual significaría que uno como ser humano aprende y este aprendizaje es más o menos confiable, y digo más o menos, porque en realidad los científicos no precisan de una exactitud del 100% para hacer ciencia, no es necesario distinguir toda la realidad para poder manipularla, y es comprensible que de vez en cuando se dejen de lado ciertos aspectos para poder encontrar un resultado, ya que usualmente los científicos no buscan comprender todo el mundo de un solo golpe, pues les basta con descubrir y comprender aunque sea una parte (Particle fever, 2013).

¿Cómo decir con convicción que lo que vemos en la imagen existe con cierta precisión o que la estructura observada es real? Ya hemos visto el primer argumento que está relacionado con la observación y el aprendizaje, pero para la filosofía de la ciencia no basta con la creencia ni la capacidad cognitiva, es por ello que Hacking introduce un segundo argumento, el de la *coincidencia*. Esto se refiere a que si una entidad hipotética puede observarse, produciendo configuraciones visuales idénticas, por más de un instrumento, y que si además dichos instrumentos funcionan gracias a sistemas físicos distintos (p.ej. transmisión de electrones y reemisión fluorescente) y operan con técnicas muy distintas; entonces existen buenas razones para suponer que la entidad o estructura observada es real y no meramente hipotética (Martínez, 2005). Y ahora tenemos dos razones para creer en la realidad de lo que vemos a través del microscopio: nuestra capacidad de aprender y la coincidencia. Pero después de aceptar que realmente existe lo que

vemos aún queda la duda de si en verdad lo que vemos es como lo percibimos a través de los lentes o sensores de un microscopio.

Para ello Hacking ocupa un tercer argumento, el de la Cuadrícula (Hacking, 1985). ¿Por qué este nombre? Para comprenderlo podemos hacer una pequeña comparación con los telescopios y los satélites; en primera instancia, los astrónomos o astrofísicos observan por el microscopio estructuras macroscópicas (asteroides, planetas, estrellas, sistemas solares, etc.) y generan modelos hipotéticos por medio de la observación y su conocimiento acerca del espacio exterior. Teóricamente tampoco podríamos asegurar la existencia de lo que vemos a distancias tan grandes que se encuentran a años luz, pero algo que ayuda a brindar esa convicción es la tecnología; los satélites sirven para explorar el universo, para observar más de cerca lo que pudimos ver desde la tierra, y los sistemas de observación del satélite funcionan del mismo modo que los sistemas en la tierra. Es así que cuando vemos una imagen del telescopio Hubble por ejemplo, (el cuál es una especie de satélite con telescopio integrado que manda imágenes a la tierra cada determinado tiempo) podemos pensar que esas imágenes son reales y se constata la existencia de los sistemas observados haciendo la comparación con lo que ya se tenía, asumiendo de este modo que era cierto, “¡Saturno, sus lunas y anillos son reales!” aunque tal vez no habíamos observado algún detalle que el Hubble pudo localizar por encontrarse más cerca. Esto es diferente a la fantasía que propuso van Fraassen (1996) de poder viajar a Júpiter directamente y ver sus lunas. Resulta que en la microscopía podemos hacer una comprobación parecida, y Hacking muestra cómo. Los científicos generan una cuadrícula desde un tamaño observable a simple vista, hecha con tinta, la cual es reducida fotográficamente con técnicas *standard* y a través de procesos bien conocidos donde cada cuadro de la cuadrícula se encuentra marcado con una letra. La comprobación se puede realizar posteriormente casi con cualquier microscopio. Lo que se ve son exactamente las mismas formas y letras que se crearon a gran escala. Esta es la mejor forma de saber que lo que vemos a través del microscopio “es verídico porque nosotros hicimos que la cuadrícula fuera justamente así” (Hacking, 1985: 146)<sup>23</sup>. Al final de

---

<sup>23</sup> “...is veridical because we made the grid to be just that way.” Traducción propia

cuentas, aunque ésta es una buena razón, Hacking no la considera concluyente, pues reconoce que aun así podríamos estar equivocados en algo, pues como seres humanos erramos “de vez en cuando”. Pero así como pudimos constatar la veracidad de lo que vemos en el microscopio, Hacking toma en cuenta que lo experimental no es lo único, existen además modelos de comprensión como los analizados por Giere, e incluso algunas *verdades caseras* (Hacking, 1984) acerca de las entidades, refiriéndose a éstas como ideas generales que sirven para diseñar los aparatos; estas verdades no funcionan en un sentido filosófico de correspondencia, pues son más bien temporales y específicas para algún tipo de experimento y son llamadas verdaderas porque son confiables (o al menos los científicos confían en ellas) no porque sean verdades absolutas del mundo; y son caseras porque varían dependiendo de los acuerdos entre el equipo de trabajo y la capacidad teórica de los individuos inmersos en un proyecto científico. Estas verdades son necesarias aun sin ser estrictamente correctas o certeras desde la perspectiva filosófica pues tienen que ver más con la práctica científica y podríamos colocarlas dentro de lo que Giere llamaría *bucle de feedback*. Debemos recordar que la ciencia de hoy no es la misma que la ciencia de hace 100 años cuando apenas se reconocía al átomo como un ente real, y debemos reconocer que los científicos aprenden de sus errores, por lo que podemos decir que cada vez se hacen más y más confiables en sus descubrimientos y predicciones, por lo que a quienes no estamos en el laboratorio sólo nos queda confiar en ellos, pero con la perspectiva que brinda Hacking podemos tener una buena idea sobre las características indispensables de un ente real: se puede(n) manipular y podemos utilizarlo(s) para interferir o intervenir en los procesos naturales. Y podemos confiar en la tecnología para observarlos o detectarlos, porque existe todo un conocimiento de fondo (*background*) y procedimientos de comprobación que van más allá de lo puramente teórico.

Finalmente, vale la pena mencionar que la postura de Ian Hacking se encuentra en contraposición a un monismo respecto a la realidad, ya que aunque podemos llegar a conocer e interactuar con algo como la realidad por medio de la intervención, esto no nos lleva a concluir que dicha realidad es tal como decimos que es, ni que sea

la única posibilidad de realidad. Vamos descubriendo poco a poco aspectos de la realidad con ayuda de la ciencia, y podemos incluso referir que un ente cuenta con dicha propiedad o que existe como parte de nuestra realidad, pero no podemos asegurar que ello corresponde a una realidad única y completamente independiente de nuestro conocimiento acerca de ella, pues al menos para nosotros, la concepción que teníamos del mundo antes y después de haber comprobado la existencia de los átomos, de los electrones o de los bosones, es muy distinta en comparación. Hacking no apela al respecto, sin embargo, en conjunto con Giere hemos demostrado que la realidad no es una sola, que nuestra percepción y capacidades cognitivas sirven adecuadamente para reconocer cada vez mejor al menos parte de estas realidades, pues por ejemplo: sabemos que existen sonidos o colores que no podemos percibir, pero eso no significa que no existan pues hoy podemos replicarlos e incidir en ciertos aspectos del mundo, mas estos, en cierto modo, no siempre formaron parte de nuestra realidad, antes simplemente no existían para nosotros. Por otra parte, la física cuántica ha demostrado de manera contundente que es posible una realidad a la que no podemos acceder por el simple hecho de que no muestra ninguna interacción con el mundo más que cuando se utilizan ciertos instrumentos especializados, los cuales necesariamente modificaran el curso de dicha realidad, y eso significa que no podemos saber que ocurre sin nuestra intervención. Los seres humanos hemos descubierto una realidad (que no es única) y sin embargo, eso es un gran logro, una realidad que podemos comprobar gracias a la ciencia por medio de la experimentación y la intervención, y sabemos que esta *realidad humana* nos impone límites como la velocidad de la luz o la constante de Planck, lo cual no es malo, pues ello nos muestra que somos seres limitados, y esta realidad es el límite, pero vale la pena seguirla descubriendo e intentar llegar más lejos con una actitud humilde y realista, pues ello nos mantendrá con la apertura que permite el conocimiento y la objetividad que nos ayuda a separar el mito de la realidad.





## CONCLUSIONES

Como bien lo ha expresado Hacking al principio de *Representar e intervenir*, la realidad sí que es un concepto interesante, podríamos decir que también complejo, pues como hemos dicho en un principio, existe más de una acepción referente a lo que podemos entender como realidad. Lo real ha cambiado bastante, colocado por Platón en otro mundo por medio de su metafísica, pero devuelto por Aristóteles que colocó al ser humano en un mismo mundo, haciéndonos partícipes de la existencia. Los sentidos formaron parte primordial de nuestra relación con el mundo, pero llegó un momento en que se supo que aún los sentidos pueden engañarnos; que existen ilusiones, distorsiones, alucinaciones y espejismos, y no todo lo que perciben los sentidos existe necesariamente fuera de nuestra mente. La realidad tomó un nuevo significado y se convirtió en aquello que se encuentra más allá del pensamiento; aquello que existe aún sin la participación de los seres humanos. Sin embargo, debemos tener en cuenta que el concepto de realidad es y será necesariamente algo desarrollado por nuestra conciencia, lo cual no significa que sin nosotros no exista nada. En teoría las cosas existen y el mundo funciona de manera autónoma pues no controlamos al mundo, sino que el mundo es el que pone los límites y con eso basta para saber que no es posible transgredir sus leyes, y que la realidad es algo que constriñe nuestros cuerpos. Es la filosofía de la ciencia la que abre camino y permite liberarnos de la prosa metafísica, permite hablar de objetividad, de conocimiento y de lenguaje, de esa relación que tenemos con el mundo, el cual puede conocerse a través de la ciencia, una ciencia que produce teoría, pero que también es práctica, y en esta división reside su complejidad. Por una parte, lo teórico se funde con lo sintáctico y lo semántico, en el lenguaje y su relación con el mundo, en una correspondencia necesaria si ha de existir alguna referencia con lo real y que podrá ser juzgado como verdadero o falso, poniendo en juego un concepto aún más problemático. La verdad, definida por una tradición filosófica que busca atrapar los fragmentos de la realidad por medio de conceptos, trayendo consigo ciertas complicaciones; si la verdad es necesaria o no, si es total, o si acaso existe algo como la verdad, grados de verdad o algo similar a ésta, de si es una

propiedad, una relación o un concepto para evaluar las teorías científicas, y de servir para evaluar teorías, ¿quién justifica dicha evaluación? Hemos estudiado las teorías de la verdad por correspondencia, la coherentista y la pragmatista. Aun así la verdad no deja de ser un concepto metafísico, como diría Churchland, porque aunque hubiera una teoría final y completa de la verdad, la única salida para comprobar cualquier relación entre realidad y lenguaje sería por medio de un observador (teórico) externo o creador (diseñador) del universo, convirtiendo todo el tema en una controversia ininteligible. Por tal motivo, resulta interesante que aun así, en diversas ocasiones el realismo científico haya opinado en torno al asunto de la verdad.

Después de analizar distintas definiciones del realismo científico, lo hemos definido tentativamente como corriente científico-filosófica donde el punto en común entre sus partidarios es la existencia de una realidad como tal, independiente de los seres humanos, la cual es posible conocer directa (empíricamente) o indirectamente (teóricamente) y de manera aproximada mediante la práctica científica; visión que no se contrapone a las definiciones más relevantes. Siempre es prudente dejar cierta holgura dentro de cualquier definición filosófica y en este caso el realismo científico merece algo de libertad pues hemos encontrado un gran número de variantes a las cuáles dividimos en generales y específicas, pero aquellas que han captado nuestra atención son las primeras, pues dentro de esta categoría se encuentra la división realizada por Ian Hacking, de realismo para teorías y realismo de entidades. El realismo es más comprensible si se habla acerca de los átomos, pues una persona que no sea experimentada en filosofía, historia o ciencia podría creer que los átomos siempre han sido considerados como entidades reales, pero la historia de la ciencia ha mostrado que esto es falso y que fue un tema en pugna por al menos cien años, pero por más teorías y ecuaciones que explicaran los fenómenos con ayuda de la teoría atómica, sólo por medio de la experimentación se pudo comprobar la existencia de los átomos. Y sin embargo, el realismo quedó muy lejos de ganar la batalla contra el antirrealismo, pues la llegada de la física cuántica, las micropartículas, y la indeterminación, ha hecho dudar de nuevo a los filósofos sobre la realidad de dichas entidades.

El realismo científico se ha reformulado, tanto desde punto de vista teórico como del ontológico y es por ello que hemos elegido a Ronald Giere, quien ha propuesto un realismo constructivo como respuesta a las objeciones conceptuales y semánticas relacionadas con la aplicación de la verdad a las teorías científicas, comenzando con la propuesta de una ciencia humana, pues la ciencia misma es una empresa cultural, por lo que este enfoque se ha centrado en comprender la actividad misma, de cómo se genera el conocimiento y quiénes lo generan; y es que es muy importante reconocer si los seres humanos podemos acceder a una realidad total antes de poder afirmar si hemos extraído alguna verdad del mundo o si las teorías tienen propiedades de correspondencia con la realidad en sí.

Giere se ha servido del naturalismo metodológico enfocándose en los métodos utilizados por los científicos para la generación del conocimiento, los cuales se adecúan a cada situación brindando validez explicativa y predictiva a la ciencia sin tener que acudir a principios *a priori*. Es un naturalismo que separa a la ciencia de una filosofía, pero no para extirparla para siempre, sino para darle su bien merecido lugar en el proceso de conocimiento, un lugar propio desde el cual puede colaborar con la ciencia e incluso con otras formas de conocimiento, como la religión o el arte. Consideramos al naturalismo una excelente propuesta porque permite establecer un orden en el proceso de generar conocimiento, permitiéndonos incluso diferenciar los principales pilares de dicho proceso, como lo son la religión o espiritualidad (arte y literatura), la filosofía (y ética), así como la ciencia, los cuales pertenecen a estratos distintos pero relacionados entre sí por tener una base en común en el mito como primer intento de comprender el mundo. Un mito que aunque está *domado* y ya no busca como tal el conocimiento, prevalecerá en la historia de la civilización mientras ésta exista como bien dijo Cassirer. El naturalismo permite enfocar nuestra atención en el científico como persona y como *decision maker*, como ser humano, con intereses, problemas, y modos de actuar, pero sobre todo como ser cognitivo más que puramente racional. Giere hace uso de las ciencias cognitivas (la ciencia explicando cómo hacemos ciencia), cuyos descubrimientos han permitido comprender que el ser humano posee capacidades cognitivas (percepción, memoria, imaginación, etc.) determinadas biológicamente, y de las cuales precisa

para intentar comprender el mundo (con las limitaciones de dichas capacidades) e interactuar con éste, adquiriendo una importancia epistemológica que no había sido tomada en cuenta.

Las neurociencias permiten empezar a desmitificar la ciencia y el proceso del razonamiento que hoy día podemos comprender como proceso global en el que interactúan tanto las emociones, como la razón y, sobre todo, los impulsos provenientes del cuerpo y un cerebro que interpreta dichos impulsos y reacciona de acuerdo con lo que percibe. Esta es la descripción científica del proceso de conocimiento relacionada con la capacidad de aprendizaje que tiene el ser humano, lo que permite a Giere proponer un bucle de *feedback* positivo para la ciencia, como un proceso de mejora progresiva respecto a las teorías y respecto al conocimiento sobre las limitaciones de nuestro sistema cognitivo, dando a conocer que el conocimiento no ocurre en línea recta y con la misma probabilidad de error, sino que también evoluciona junto con nosotros; adecuamos y ajustamos las teorías, haciéndolas cada vez más confiables, provechosas e integrales sin querer ponerlas a competir como proponía Popper.

Antonio Damasio ha aclarado que no podemos conocer la realidad como tal, y Giere recuerda cómo la ciencia cognitiva ha recalado que los seres humanos no conocemos directamente la realidad, pero sí generamos modelos mentales del mundo por medio de imágenes y posteriormente representamos físicamente estos modelos mentales, de tal modo que el hombre bien podría ser, como aducía Hacking, antes que otra cosa, *homo depictor* o gente que hace representaciones, siendo dichas representaciones *modelos mentales* o *mapas cognitivos* antes que teorías. Por lo anterior es que Giere puede traducir que el mejor modo de representación en la ciencia son los modelos. Representaciones que no pueden ser vistas como copias fidedignas de la realidad pues tanto modelos como las teorías son idealizaciones creadas por el hombre para comprender el mundo, por lo que algo como la verdad por correspondencia resulta imposible incluso hablando de leyes científicas; por lo anterior, es más sensato y adecuado el término “similitud” que propone Giere, pues éste no requiere para su confirmación de un observador externo al mundo; podemos constatar la similitud entre un objeto y otro sin

comprometernos con su pertenencia a una realidad en sí. Especificamos en términos de aspectos y grados el ajuste que nosotros mismos pretendimos reflejar en el modelo a sabiendas de que se han omitido algunos detalles con fines prácticos. Con Giere las hipótesis adquieren el calificativo más humilde y más realista como afirmaciones parciales entre el modelo observable y sistema real, algo no muy distinto de lo que vemos como hipótesis al hacer una tesis, en la cual contamos con un modelo cognitivo propio que pondremos a prueba mediante la contrastación entre nuestro modelo del mundo, los modelos de otras personas y la “realidad” que podamos percibir, y al final de cuentas, la hipótesis será verdadera si aceptamos que existe la similitud que propusimos desde un principio, y falsa si la similitud propuesta no existe; aquí donde si hubo una relación lingüística que podemos constatar entre dos o más personas que trabajan y comprenden el mismo sistema.

Considero el realismo constructivo de Giere como una propuesta pertinente en la filosofía de la ciencia, pues recuerda que la ciencia marca una pauta muy importante dentro de su estudio y que también los científicos mismos tienen limitaciones como seres humanos, que la ciencia es un constructo social y las teorías, hipótesis y modelos también lo son, por lo que no debemos caer en el error de pensar que la ciencia dará el “conocimiento verdadero” tan ansiado por los positivistas, pero si puede dar una buena imagen de una realidad como seres humanos. Puede dar a conocer ciertas características de los sistemas reales que van más allá de nuestra percepción y será de utilidad durante ese proceso constructivo. La gente cree en los científicos porque confían en que cumplirán con su trabajo y que serán veraces en los resultados, por eso la ciencia siguen existiendo, porque mantienen este valor consciente o inconscientemente, por ello se le ha confiado a los científicos la tarea de encontrar el conocimiento verdadero, pero no como conocimiento total e infalible, sino como resultados estables, repetibles y comprobables dentro de los límites humanos y tecnológicos. Esta es la ciencia humana, la ciencia como tal, aunque no es en ningún sentido la ciencia ideal y utópica para el futuro de la humanidad.

Ya que este trabajo comienza con el título “Desmitificando la ciencia”, debemos recordar que este ha sido el principal objetivo al recordar las posturas tanto de Giere

como de Hacking, y es que la ciencia ha caído en el mito en el momento que los filósofos deciden que de sus resultados o de los entes propuestos por ésta no se puede asegurar nada pero tampoco negar, porque no existe algo como una teoría verdadera. Es una ciencia mitificada al momento de pensar que ésta necesita de la filosofía para subsistir o para hacer “bien” su trabajo, como si intrínsecamente los filósofos tuviéramos la mejor idea de lo que la ciencia debe ser. La ciencia se mitifica al creer que ésta debe obtener las verdades del mundo como si éstas hubieran sido plantadas para nosotros y para que podamos extraerlas, se convierte en mito cuando pensamos que su objetivo es encontrar la teoría total y completa de la realidad, o que debería ser capaz de formular la verdad absoluta y fundamental de donde vienen todas las demás verdades. Hacking y Giere salen del mito para recordarnos que la ciencia no es una institución divina, sino humana, y como tal ha heredado las limitaciones de sus creadores, por lo que para comprenderla, no es necesario idealizar respecto a cómo debería ser, sino conocer a quienes son los encargados de llevarla a cabo.

Ian Hacking resulta un autor relevante, en primer lugar por el hecho de identificar que la filosofía de la ciencia puede verse desde dos perspectivas que no son mutuamente excluyentes: teórica y ontológica; en segundo lugar, por recordar que una parte fundamental en la ciencia es la experimentación, pues sólo a través de ella podemos relacionarnos directamente con el mundo físico y ésta no es dependiente necesariamente de la teoría; finalmente la propuesta del realismo experimental ofrece la visión de los científicos experimentales, quienes sí toman al realismo como cosa seria, pues los entes con los que trabajan no se ocupan como instrumentos teóricos, idealizaciones o complementos para explicar algo, sino como herramientas para intervenir en el estado natural de las cosas, permitiéndoles incluso crear fenómenos que no sería posible observar sin la intervención humana. Esto se ha demostrado incluso en la física cuántica con el colisionador de hadrones (CERN), un proyecto en el que se buscaba encontrar la famosa partícula de Dios o bosón de Higgs. Un experimento extraordinario en el que se unieron científicos de varios países, entre los que se encontraban tanto científicos teóricos como experimentales, y en el cual se construyó una mega estructura para poder colisionar

subpartículas y comprobar qué ocurría, aunque estas pudieran considerarse ficticias por los filósofos anti-realistas. Finalmente se comprobó mediante resultados y mediciones posteriores al choque, que podía existir algo como el bosón de Higgs, y los científicos no dudaron que se trataba de esta sub partícula aunque no pudieran verla, tanto así que se le otorgó el premio Nobel de Física a Peter Higgs como teórico principal de ésta.<sup>24</sup>

En mi opinión es indispensable recordar que aún en las perspectivas anticuadas donde la experimentación era sólo posterior a la teoría, el hecho de experimentar formaba un aspecto cardinal de lo que significa hacer ciencia, pues para que exista la ciencia es esencial la comprobación, en tanto el conocimiento es un proceso en el que se conjuntan, emoción, razón y sobre todo acción (intervención) en el mundo: *una relación directa entre dos sistemas reales.*

Lo que Hacking llama intervención es la piedra angular en el proceso científico y lo que permite constatar que se ha logrado algo importante dentro de dicho proceso. Nuestra intención no ha sido desmitificar la ciencia por el sólo hecho de generar conocimiento indiscriminadamente, sino que ello viene de una perspectiva pragmática y humanista, pues ya hemos establecido que el ser humano necesita tener una idea estable de lo que la realidad es para conservar su salud mental, y esta es también una razón importante por la que existe la ciencia, tanto para satisfacer las necesidades de un sistema cognitivo en desarrollo, como para establecerse en el mundo y mejorar la calidad de vida de muchos; por lo que si nos quedamos con la idea de que la ciencia no puede dar algún conocimiento adecuado o estable de la realidad, entonces no podemos confiar en nada.

No debemos olvidar que ciencia es solamente el nombre que hemos dado a aquel sistema encargado de ofrecernos conocimiento confiable y lo más preciso posible dentro de nuestras limitantes como seres humanos, así como la filosofía ha adquirido la responsabilidad de poner en duda cualquier conocimiento. Pero una cosa es dudar del conocimiento y la otra es dudar de quien lo genera. Si hemos dado el nombre de ciencia al estrato del conocimiento empírico y comprobable,

---

<sup>24</sup> Remito al lector a ver el documental en [www.particlefever.com](http://www.particlefever.com) en donde se explica cómo fue el proceso.

entonces debemos confiar en que esta ciencia mejorará por sí misma y no pretender que la filosofía es la encargada de cuidar que no se desvíe del camino, pues tampoco es así con la religión, pero si podemos establecer límites, y en ello consiste este trabajo. Muchos ataques y disputas que se han generado entre filósofos y científicos son por el hecho de que unos u otros intentan opinar sobre asuntos que no le corresponde a su disciplina, mientras lo ideal es que ambos contribuyan para el crecimiento del otro, siempre recordando el lugar al que pertenecen, por lo que a la ciencia no le toca opinar sobre la metafísica, y a la filosofía no le toca opinar sobre la ciencia, sino apoyarse entre ellas; esta es la postura de Hacking y de Giere, es por esto que se han considerado como autores sumamente importantes en la desmitificación de la ciencia, porque no quieren cambiarla, sino descubrir cómo funciona.

Concluimos con base en las perspectivas propuestas que el realismo debe ser una postura flexible, que permita a los científicos pensar como mejor les funcione y utilizar el método más adecuado con los resultados que esperan encontrar, pero recordarles que deben ser cuidadosos en el modo de presentar sus resultados para no caer en discusiones innecesarias, pues hay que recordar que las personas en general confían en la ciencia, y esto les da cierta responsabilidad con toda la humanidad. Por lo tanto, opinamos que un realismo adecuado aceptará que los científicos pueden tender a lo mítico cuando aspiran a encontrar algo acerca de, pero no pueden afirmar que han encontrado la verdad absoluta; pueden fundamentar la existencia de un ente inobservable, pero no pueden asegurar que dicho ente es tal y como se ha propuesto en la teoría; pueden mostrar un modelo como una aproximación de algún fragmento de la realidad, pero no pueden manifestar que han descrito un sistema real por completo.

Desmitificamos a la ciencia cuando aceptamos sus resultados como algo confiable y podemos llamarlo conocimiento verdadero, verosímil, real o aproximado desde una perspectiva humana, pero sin olvidar que somos seres limitados e inmersos en el mundo, por tanto nuestro conocimiento y percepción de la realidad siempre serán limitadas.



# ANEXOS

## GLOSARIO

A) Religión: En este trabajo nos referimos a la religión natural la cual es distinta de la teología y es aquella que se expresa en tres puntos principales: 1. Es un cuerpo de verdades sobre Dios y nuestro deber de descubrirle por medio de la razón natural; 2. Aquella religión que tiene un origen humano o distinto de un origen divino; 3. Una religión de la naturaleza humana en cuanto tal, distinta de las creencias y prácticas que han determinado las circunstancias locales. “En cualquiera de los tres sentidos, la religión natural incluye la creencia en la existencia de Dios, de la justicia, de la benevolencia y del gobierno de la providencia; en la inmortalidad, y en los dictados de la moralidad común” (Wainwright, 2004: 847).

B) Filosofía: En la definición clásica de filosofía ésta sería vista como el arte de formar, inventar y fabricar conceptos; comparable con el arte del retrato (Deleuze & Guattari, 1997); y la filosofía de la ciencia estaría encargada de explicar la ciencia y su éxito, además de buscar la relación entre las teorías, el mundo físico y la experiencia científica; es un cúmulo de teorías filosóficas del conocimiento científico; “una teoría acerca de la ciencia, una metateoría que tiene como objeto de estudio a las teorías científicas o, si se prefiere, una epistemología, donde *episteme* denota a las ciencias contemporáneas” (Rolleri, 2012: 11), aunque su campo actual también incluye a las perspectivas históricas y sociológicas.

C) Ciencia: La ciencia que tomamos en cuenta está formada en dos partes; la primera es la versión falsacionista donde la ciencia es definida como un “conjunto de hipótesis que se proponen a modo de ensayo con el propósito de describir o explicar de un modo preciso el comportamiento de algún aspecto del mundo o universo” (Chalmers, 2000: 70-71); la segunda parte se refiere a lo que Kuhn llamaría *ciencia formal*, la cual se ocupa de volver más inteligibles las teorías por medio de la elaboración de experimentos y clarificación de los hechos implicados en la teoría, encargándose de “acumular constructivamente un cuerpo de conocimientos y conceptos en dominios particulares” (Hacking, 1996: 26).

## FUENTES

Diéguez Lucena, A., (1994). "La disputa sobre el realismo en la historia de la astronomía" en *Philosophica Malacitana*, Volumen 7, pp. 33-49.

– (1995). "Realismo y Antirrealismo en la discusión sobre la existencia de los átomos." en *Philosophica Malacitana*, Volumen 8, pp. 49-65.

– (1998a). *Realismo Científico: Una introducción al debate actual en la filosofía de la ciencia*. Primera Edición ed. Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga.

– (1998b). "Los compromisos del realismo científico. *Suplemento 3 de Contrastes*." en *Revista Interdisciplinar de Filosofía*, pp. 145-173.

— (2014). "Delimitación y defensa del naturalismo metodológico (en la ciencia y en la filosofía)" en R. Gutierrez-Lombardo & J. Sanmartín, eds. *La filosofía desde la ciencia*. México DF.: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano, pp. 21-49.

Giere, R. N., (1985). "Constructive Realism" en P. M. Churchland & C. A. Hooker, eds. *Images of Science*. Estados Unidos de América: The University of Chicago Press, pp. 75-98.

— (1990). *Explaining Science: A cognitive approach*. Chicago: The University of Chicago Press.

— (1999a). *Science Without Laws*. Primera ed. Chicago: The University of Chicago Press.

— (1999b). "Using Models to Represent Reality" en L. Magnani, N. J. Nersessian & P. Thagard, eds. *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*. Nueva York: Springer Science+Business Media, LLC, pp. 41-57.

— (2004). "How models are used to represent reality" en *Philosophy of Science*, Minnesota: the Philosophy of Science Association, pp. 742-752.

— (2005a). "Naturalized Philosophy of Science". en D. M. Borchert, ed. *Encyclopedia of Philosophy*. Michigan: Thomson Gale, pp. 500-503.

— (2005b). "Scientific Realism: Old and new problems" en *Erkenntnis*, Volume 63, pp. 149-165.

Giere, R. et al., (1992). *Cognitive Models of Science*. Minnesota: The University of Minnesota Press.

Hacking, Ian, (1984). "Experimentation and Scientific Realism" en J. Leplin (ed.), *Scientific Realism*. California: University of California Press, pp. 154-172.

— (1985). "Do we see through a microscope?" en P. M. Churchland & C. A. Hooker (edits.), *Images of Science*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 132-152.

— (1988). "Philosophers of Experiment" en *PSA*, Volume 2, pp. 147-156.

— (1992a). "Do thought experiments have a life of their Own? Comments on James Brown, Nancy Nersessian and David Gooding" en *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Volumen II, pp. 302-308.

— (1992b). "The self-vindication of the Laboratory Sciences" en A. Pickering, ed. *Science as practice and culture*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 29-64.

— (1996). *Representar e intervenir*. Primera ed. México: Paidós.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Artigas, M., (2011). *Ciencia, razón y fe*. Segunda ed. España: Eunsa.

Audi, R., ed., (2004). *Diccionario Akal de filosofía*. primera ed. Madrid: Akal.

Bachelard, G., (1970). *Études*. París: Librairie philosophique J. Vrin.

— (2000). *La formación del espíritu científico*. 23a ed. México: Siglo Veintiuno.

Boyd, R., (1984). "The current status of scientific realism" en: J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. Los Angeles: University of California Press, pp. 41-82.

Bronstein, L. B., (2004). "Atomic weight" en L. K. Lerner & B. W. Lerner, edits. *The Gale Encyclopedia of Science*. s.l.:Thomson Gale, pp. 371-375.

Bueno, M., (1964). *cdigital.uv.mx*. [En línea]

Disponible en: [cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/2826/1/196430P179.pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/2826/1/196430P179.pdf)

[Último acceso: 5 Noviembre 2014].

Campbell, K., (2005). "Naturalism" en D. M. Borchert, ed. *Encyclopedia of Philosophy*. Michigan: Thomson Gale, pp. 492-495.

Cárdenas Castañeda, L., (2011). "Entre la semántica y la metafísica: inconsistencias en el realismo de Popper." en *Praxis Filosófica*, Nueva Serie(33), pp. 171-190.

Carroll, H. A., (1972). *Higiene Mental*. Primera ed. México: CECSA.

Cartwright, N., (1984). *How the Physical Laws Lie*. Nueva York: Oxford University Press.

Cassirer, E. (1993). *El Mito del Estado*. México: Fondo de cultura económica.

Chalmers, A. F., (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. España: Siglo XXI de España Editores, S.A..

Churchland, P. M., (1985). "Ontological status of observables" en P. M. Churchland & C. A. Hooker, edits. *Images of Science*. Estados Unidos de América: The University of Chicago Press, pp. 35-47.

Copérnico, N., (1987), *Sobre las revoluciones (de los orbes celestes)*, (trad. Carlos Mínguez), Madrid: Tecnos.

Cordero-Lecca, A., (2009). "Sobre el mito de que el realismo científico ha muerto." en *Areté*, 21(2), pp. 363-379.

Damasio, A. R., (1999). *El error de Descartes: La razón de las emociones*. Chile: Andres Bello.

Davidson, R. J. et al., (2003). *Emociones Destructivas: Cómo entenderlas y superarlas*. Primera ed. India: Kairós, S.A.

Deutsch, D., (2002). *La estructura de la realidad*. Segunda Edición ed. Barcelona: Anagrama.

De la Torre, A. C., (2000). *Física Cuántica para filo-sofos*. México: Fondo de Cultura Económica.

De Sevilla, M. U., de Tovar, L. M. & Arráez Belly, M., (2006). "El mito: la explicación de una realidad" en *Laurus*, 12(21), pp. 122-137.

Deleuze, G. & Guattari, F., (1997). *¿Qué es la filosofía?*. Cuarta ed. Barcelona: Anagrama.

Drake, S., (1967). "Galileo Galilei" en D. M. Borchert, ed. *Encyclopedia of philosophy*. Segunda ed. Michigan: Thomson Gale, pp. 8-13.

Dummett, M., (1995). "Realismo y anti-realismo" en *anábasis Revista de filosofía*, 2(3).

Ekman, P., (2012). *Como detectar mentiras*. Octava ed. México: Paidós.

ENLACE, (2014). "Unidad temática 2: Distintas corrientes epistemológicas" en *Materia: Epistemología de la Educación. Ciencias de la Educación Familiar*. México: Instituto de Enlaces Educativos, pp. 19-28.

Fargot-Largeault, A., (2009). "Preguntas que las ciencias de la vida hacen a la filosofía" en J. V. Gonzáles, (ed.) *Filosofía y Ciencias de la Vida*. México: CFE, UNAM, pp. 111-145.

Ferreirós, J. & Ordóñez, J., (2002). "Hacia una filosofía de la experimentación" en *CRÍTICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), pp. 47-86.

Feyerabend, P., (1986). *Tratado contra el método: Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Primera Edición ed. Madrid: Tecnos.

– (1981). *Philosophical Papers*. Nueva York: Cambridge University Press.

Fumerton, R., (2005). "Classical Foundationalism" en D. M. Borchert, ed. *Encyclopedia of Philosophy*. Michigan: Thomson Gale, pp. 275-279.

Fine, A., (1984). "The Natural Ontological Attitude" en: J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. Los Angeles: University of California Press, pp. 83-107.

García Morente, M., (2004). *Lecciones preliminares de filosofía*. Primera ed. Buenos Aires: Losada.

Goleman, D., (2013). *Focus: Desarrollar la atención para alcanzar la excelencia*. España: Kairós.

Hanson, N. R., (1967). "Copernicus, Nicolas" en D. M. Borchert, ed. *Enciclopedia of Philosophy*. Segunda ed. Michigan: Thomson Gale, pp. 532-536.

Harré, R., (2012). "Approaches to realism." en *Studia Philosophica Estonica*, Volumen 5.2, pp. 23-35.

Iranzo, V., (2005). "Filosofía de la ciencia e historia de la ciencia." en *Qaderns de filosofia i ciència*, 35(2), pp. 19-43.

- Kane, J. W. y Sternheim, M. M. (1989) *Física*. Barcelona: Reverté.
- Kavelin Popov, L., Popov, D. & Kavelin, J., (1998). *Las virtudes familiares*. Argentina: Grupo Zeta.
- Korenic, E., (2004). "Atomic theory" en L. K. Lerner & B. W. Lerner, edits. *The Gale Encyclopedia of Science*. s.l.:Thomson Gale, pp. 366-371.
- Kuhn, T. S., (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. Primera ed. s.l.:Fondo de Cultura Económica.
- Kukla, A., (1998). *Studies in Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press.
- Latour, B. & Woolgar, S., (1979). *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. 2a ed. Princeton: Princeton University Press.
- Laudan, L., (1984). "A Confutation of Convergent Realism" en J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. Los Angeles: University of California Press, pp. 218-249.
- Leplin, J., (1984). "Introduction" en J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. Los Angeles: University of California Press, pp. 1-7.
- (1984). "Truth and Scientific Progress" en J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. s.l.:University of California Press, pp. 193-217.
- Levin, M., (1984). "What kind of explanation is truth?" en J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. Los Angeles: University of California Press, pp. 124-139.
- Lorenzano, P.,(2011). "La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX." en *Discusiones Filosóficas*, 25 Noviembre, Issue 19, pp. 131-154.
- MarioBunge.org, (2008). *mariobunge.org*. [En línea]  
 Disponible en: [http://mariobunge.org/el\\_realismo\\_cientifico.htm](http://mariobunge.org/el_realismo_cientifico.htm)  
 [Último acceso: 15 2 2015].
- Martínez-Freire, P. F., (2000). "La teoría de la verdad de Alfred Tarski." en *Contrastes. Revista interdisciplinar de Filosofía*, Volumen V, pp. 97-109.
- Martínez, M. L., (1999). *Galileo, publicación dedicada a problemas metacientíficos*. [En línea] Disponible en  
[http://www.galileo.fhuce.edu.uy/index.php?option=com\\_content&view=article&id=98:el-realismo-cientifico-de-rom-harre-maria-laura-martinez&catid=64:numero-30](http://www.galileo.fhuce.edu.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=98:el-realismo-cientifico-de-rom-harre-maria-laura-martinez&catid=64:numero-30)  
 [Último acceso: 20 1 2015].

- (2005). "El realismo científico de Ian Hacking: de los electrones a las enfermedades mentales transitorias" en *Redes*, 11(22), pp. 153-179.
- McGrath, J. & Lerner, K. L., (2004). "Atomic models" en K. L. Lerner & B. W. Lerner, edits. *The Gale Encyclopedia of Science*. s.l.:Thomson Gale, pp. 359-364.
- McMullin, E., (1984). "A case for scientific realism" en J. Leplin, ed. *Scientific Realism*. Los Angeles: University of California Press, pp. 8-40.
- Murphy, N., (1990). "Scientific Realism and Postmodern Philosophy." en *The British Journal for the Philosophy of Science*, 41(3), pp. 291-303.
- Niiniluoto, I., (1999). *Critical Scientific Realism*. Nueva York: Oxford University Press
- Particle fever*. (2013). [Documental] Dirigido por Mark A. Levinson. Estados Unidos: PF Productions LLC.
- Pickering, A., (1989). 'Living in the material world' en D. Gooding, T. Pinch & S. Schaffer (edits.), *The uses of experiments*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 275-297.
- Popper, K. R., (1997). *El cuerpo y la mente*. Barcelona: Paidós.
- Prigogine, I. & Stengers, I., (2002). *La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia*. 1997 ed. España: Alianza.
- Psillos, S., (2007). *Philosophy of Science A-Z*. Primera Edición ed. Edimburgo: Edinburgh University Press.
- Psillos, S., (2006). "History of philosophy of science" en D. M. Borchert, ed. *Encyclopedia of Philosophy*. Segunda ed. Michigan: Thomson Gale, pp. 503-516.
- (2007). *Philosophy of Science A-Z*. Primera Edición ed. Edimburgo: Edinburgh University Press.
- Putnam, H., (1982). "Three kinds of scientific realism." en *The Philosophical Quarterly*, 32(128), pp. 195-200.
- (2001). *La trenza de tres cabos: la mente, el cuerpo y el mundo*. Primera ed. Madrid: Siglo Veintiuno.
- Real Academia Española, (2014). *Diccionario de la lengua española*. [En línea]
- Disponible en: <http://lema.rae.es>



Reichenbach, H., (1944). *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*. California: University of California Press.

Rivadulla Rodríguez, A., (2011). "¿Puede la ciencia decidir el resultado del debate realismo-antirrealismo?" en *Discusiones filosóficas*, 12(19), pp. 113-130.

Rolleri, J. L., (2012). *Introducción a la filosofía actual de la ciencia*. Querétaro: Fontamara.

Schlögel, K., (2007). *En el espacio leemos el tiempo: sobre historia de la civilización y geopolítica*. España: Siruela.

Serrano Villafañe, E., (1974). "Realismo filosófico en Santo Tomás" en *Revista de estudios políticos*, Issue 197, pp. 47-76.

Singer, E., (1984). *Conceptos fundamentales de la psicoterapia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Singer, E., (1984). *Conceptos fundamentales de la psicoterapia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Thomson Learning, Inc, (2004). "Brownian Motion" en K. L. Lerner & B. W. Lerner, edits. *The Gale Encyclopedia of Science*. Tercera ed. s.l.:Thomson Gale, p. 625.

Thorndike, E. L., (1911). *Animal Intelligence: Experimental Studies*. Nueva York: The Macmillan Company. University of Minnesota, s.f. *Home: Ronald Giere*. [En línea] disponible en: <http://www.tc.umn.edu/~giere/> [Accesado el 30 Septiembre 2015].

Torres, E., (2009). "Idealismo epistemológico y realismo metafísico" en Charles S. Peirce en A. Oostra & F. Zalamea (edits). *Cuadernos de Sistemática Peirceana*. Colombia: Nomos, pp. 181-207.

Torretti, R.,(2012). "Fenomenotécnica y conceptualización en la epistemología de Gastón Bachelard". *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, Vol. 27, núm.1, pp. 97-114

Vagelli, M., (2014). "Ian Hacking, The Philosopher of the present" en *Iride*, Mayo, 27(72), pp. 239-269.

van Fraassen, B., (2011). *Bas van Fraassen: «La ciencia no lo explica todo»* [Entrevista] (3 de Septiembre de 2011).

- (1996). *La imagen científica*. Primera ed. México: Paidós.
- Van Melsen, A. G. M., (1967). "Atomism" en D. m. Borchert, ed. *Encyclopedia of Philosophy*. Michigan: Thomson Gale, pp. 381-389.
- Vargas-Mendoza, J. E., (2008). *Realismo científico: lecturas para un seminario*, México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C..
- Wainwright, W. J., (2004). "Religión Natural" en R. Audi, ed. *Diccionario Akal de filosofía*. Madrid: Akal, pp. 847-848.
- Xintong, J. & Yuhui, Y., (2016). "Basic Contents and Contributions oh Hacking's Experimental Realism" en *CSCanada*, 10(1), pp. 1-5.
- Zanotti, G. J., (2011). "Filosofía de la ciencia y realismo: los límites del método" en *Civilizar*, 11(21), pp. 99-118.