



## ¿Son las teorías científicas estructuras, instrumentos o realidad?

Are the scientific theories structures, instruments or reality?

As estruturas científicas são estruturas, instrumentos ou realidade?

DOI: <https://doi.org/10.21803/pensam.v11i21-1.263>

**Andrés Álvarez-García**

<https://orcid.org/0000-0001-9083-7194>

### Resumen

En este artículo se realiza un estudio de las teorías desde el realismo científico. También se desarrolla una crítica a las diferentes propuestas escépticas como el instrumentalismo, el antirrealismo y el realismo estructural. Este estudio describe la importancia del realismo científico y los desafíos que enfrenta en la postmodernidad. Se plantea que el realismo debe establecer un conjunto de reglas para seleccionar las entidades inobservables, y que los modelos que se emplean pueden llegar a describir la realidad en el marco de una ciencia madura.

*Palabras claves: Realidad, estructura, entidad, teorías científicas, realismo científico, instrumentalismo.*

### Abstract

In this article a study of the theories is made from the scientific realism. It also develops a critique of the different skeptical proposals such as instrumentalism, anti-realism and structural realism. This study describes the importance of scientific realism and the challenges it faces in postmodernity. It is argued that realism should establish a set of rules to select unobservable entities, and that the models used can come to describe reality within the framework of a mature science.

*Keywords: Reality, structure, entity, Scientific theories, scientific realism, instrumentalism.*

### ¿Cómo citar este artículo?

Álvarez, G. (2018). ¿Son las teorías científicas estructuras, instrumentos o realidad?. *Pensamiento Americano*, 11(22), 50-65.

DOI: <https://doi.org/10.21803/pensam.v11i21-1.263>



**Resumo:**

Neste artigo se realiza um estudo das teorias desde o realismo científico. Também se desenvolve uma crítica às diferentes propostas céticas como o instrumentalismo, o antirrealismo e o realismo estrutural. Este estudo descreve a importância do realismo científico e os desafios que a posmodernidade enfrenta. Se propõe que o realismo deve estabelecer um conjunto de regras para selecionar as entidades inobserváveis, e que os modelos que se utilizam podem chegar a descrever a realidade no marco de uma ciência madura.

*Palavras chave: Realidade; estrutura; entidade; teorias científicas, realismo científico, instrumentalismo*

**Perfil**

Corporación Universitaria Adventista. afa.physchem@gmail.com

**Andrés Álvarez-García**

Químico y licenciado en teología.

## Introducción

La palabra “ciencia” es empleada como garante de rigurosidad, confiabilidad y veracidad. Diversos campos semánticos y proyectos académicos desean el respaldo de la ciencia en sus afirmaciones del mundo. Este escenario demanda la realización del interrogante: ¿Qué es la ciencia? La ciencia no sólo es una forma de entender, explicar y predecir el mundo que nos rodea. Hay otras áreas pseudo-científicas como la astrología que podrían pretender lo mismo. De este modo, existen otras características diferenciadoras de la ciencia como: la realización de experimentos, el consenso intersubjetivo y la construcción de teorías (Okasha, 2002).

Para Bunge (2004) la ciencia es “una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes)” (p. 14). El método es un rasgo característico de la ciencia, donde no hay método no hay ciencia. Descartes (2006) considera que el conocimiento debe estar expuesto a un conjunto de reglas para ser racional, dichas reglas estarían establecidas por el método. Así, estos parámetros de experimentación, juicio y argumentación permitirían el establecimiento de las teorías científicas.

No obstante, el método científico y sus productos llamados teorías científicas no son recursos infalibles, por lo que surgen algunos interrogantes, tales como: ¿Las teorías científicas describen la realidad en sí o sólo son una herramienta predictiva? Si describieran la realidad ¿Qué es real en estas teorías: ¿la estructura, las entidades o el lenguaje? Si la estructura es real ¿Pueden los métodos deductivos establecer claramente la estructura de la naturaleza? O si las entidades son reales, entonces ¿Puede comprobarse la existencia de partículas inobservables que

se escapan de la experimentación directa? Finalmente, si la única realidad es nominal ¿Cuál es la relación lenguaje-mundo en las teorías científicas? En este artículo se estudiará el aporte que brindan las teorías científicas a la realidad, por medio de una reflexión crítica a los diversos autores que exploran este asunto.

### 1. Realismo

En la historia de la filosofía, la palabra “realismo” se ha utilizado con una amplia variedad de significados. En la antigüedad, el realismo fue una doctrina acerca de la existencia completa e independiente de los universales (propiedades). En la actualidad, se han establecido diversos dominios del realismo, como “realismo modal”, “realismo ético”, “realismo intencional”, “realismo matemático”, etc. El realismo afirma que el mundo existe independientemente de nuestras percepciones de él. Esto implica que, si no hubiéramos existido, y si nunca hubiéramos tenido representaciones, declaraciones, creencias o pensamientos, la mayor parte del mundo no habría sido afectado. A excepción del pequeño espacio del mundo que está constituido por nuestras representaciones (Kulp, 1997).

El realismo en un sentido estricto no es una teoría de la verdad, no es una teoría del conocimiento, y no es una teoría del lenguaje. Si existe una forma de encasillarlo, se podría decir que es una teoría ontológica. El realismo no dice cómo son las cosas, sino sólo que hay una manera de que sean. Para el realista, el mundo material o físico en el que cree debe existir no solo objetivamente, sino fuera de la mente. “El mundo no consiste en objetos mentales de experiencia. Ni en ideas como lo afirmaría un idealista, ni como “datos con sentido” como muchos fenomenólogos piensan” (Devitt, 1996, p.15). No obstante, el

realista no niega las relaciones causales que involucran la mente, la realidad actúa sobre la mente, causando creencias, deseos y sensaciones.

De este modo, la percepción es un caso particular de la interacción causal entre una mente humana y la realidad externa. Empero, esto no se determina con facilidad, ya que existe la posibilidad de alucinaciones que generen creencias equivocadas del mundo externo. El tema del realismo ontológico debe ser considerado en conexión con la acción humana: la prueba de las realidades externas viene únicamente de nuestro éxito al interactuar con ellas o manipularlas (Niiniluoto, 2002).

Por lo tanto, algunos autores proponen un “realismo activo”. Este se diferenciaría de la cosa en sí kantiana, sobre la cual podemos y no debemos decir nada. El realismo activo es un compromiso para aprender tanto como sea posible de la realidad, pero esto no tendría sentido si la realidad misma es algo de lo que no se puede decir nada (Chang, 2014). Entonces para establecer un realismo que no conlleve al escepticismo, se debe proponer una realidad distinta, una teoría alternativa o una meta-explicación del realismo.

## 2. Desafíos para las teorías científicas

Inicialmente se realizará una definición de las teorías científicas a partir de sus diferentes concepciones, y se explicarán de forma breve algunos de los desafíos que comportan las teorías científicas como construcciones de la realidad.

Las teorías científicas son enunciados universales, los cuales pueden ser comprendidos como representaciones o sistemas de signos. “Las teorías son redes que lanzamos para apresar aquello que llamamos

“el mundo”: para racionalizarlo, explicarlo y dominarlo” (Popper, 1980, p.57). Para Karl Popper las teorías logran describir el universo, y no sólo eso, también representan un esfuerzo argumentativo-deductivo. En el pensamiento popperiano la realidad se describe como la verdad, siendo la meta última de la ciencia alcanzar esta verdad, y las teorías científicas constituirían aproximaciones a dicha meta.

La naturaleza y estructura de las teorías científicas se han abordado desde distintos enfoques. A través de la historia se han desarrollado las siguientes concepciones: “(1) concepción axiomática, las teorías como sistemas axiomáticos empíricamente interpretados; (2) concepción historicista, las teorías como proyectos de investigación; (3) concepción semántica, las teorías como entidades modelo-teóricas” (Díez Calzada, 1997, p.41). Las teorías como axiomas son postuladas por el positivismo lógico, donde se identifican como un conjunto de proposiciones que tiene una función como objetos lingüísticos, dándole un lenguaje formal a las teorías. Este lenguaje incluye afirmaciones observacionales, definiciones y declaraciones matemáticas. Actualmente, la concepción axiomática ha sido desplazada por la concepción semántica, como una posición dominante en la filosofía de la ciencia.

Desde la concepción semántica, las teorías científicas son una familia de modelos que sirven para representar los fenómenos (mundo real). Un modelo es un sistema o “trozo de la realidad”, constituido por entidades de diverso tipo que realiza una serie de afirmaciones, las realiza en el sentido que en dicho sistema “pasa lo que las afirmaciones dicen” o, más precisamente, las afirmaciones son verdaderas en dicho sistema (Díez Calzada, 1997). Para Díez los modelos científicos cumplen una función semántica.

De hecho, los debates del realismo se basan en gran medida en establecer la relación de mapeo entre la estructura de la teoría y el mundo.

Las teorías como modelos pueden interpretarse de forma estructuralista. Portides (2005), afirma que “una teoría es una clase de estructuras matemáticas totalmente articuladas que se definen mediante el uso de predicados teóricos de conjuntos” (p. 1287). Lo único que se tiene en una teoría científica es estructura, y las entidades que se encuentran en ellas cumplen funciones transitivas. De este modo, los científicos solamente buscan identificar y entender patrones en la naturaleza (Van Fraassen, 1997). Esta sería una definición de teoría científica a partir del realismo estructural.

Por otro lado, los modelos científicos se pueden poner a prueba de forma directa e indirecta. La primera tiene que ver con el ajuste estructural entre los modelos de la teoría y los datos reales. La segunda, indirecta y casi trascendental, consiste en considerar si la estructura empírica constituiría alguna diferencia teórica (Sal, 2013). Se puede notar que se establecen modelos empíricos y teóricos, donde existe un fuerte cuestionamiento de su correspondencia con la realidad en sí.

Para Duhem (1954) una teoría física es un sistema abstracto cuyo objetivo es resumir y clasificar lógicamente un grupo de leyes experimentales sin pretender explicarlas. De este modo, concebir las teorías como modelos implica que estas no realizan explicaciones, sino simplemente descripciones de la naturaleza, como una proyección de la realidad. Incluso bajo una perspectiva instrumentalista, una teoría que es totalmente correcta no describe nada, sino es simplemente un instrumento predictivo

de lo empírico. Así, un primer desafío de las teorías científicas es establecer el valor explicativo y realista de los modelos que propone.

Por otro lado, una teoría científica defendible como representación debe cumplir el criterio de la tergiversación. Algunos casos de tergiversación han sido errores como el caso del éter o el flogisto. Dar la posibilidad a una interpretación errónea o forzada de una teoría es una característica necesaria. Una teoría que hace que el fenómeno de la tergiversación sea misterioso o imposible debe ser inadecuada (Sal, 2013). Muchos modelos se basan en suposiciones idealizadoras que en su mayoría son falsas.

Finalmente, existe el desafío vinculado con el método hipotético-deductivo. La ciencia enfrenta una grave dificultad cuando intenta explicar la indispensabilidad de los términos en teorías que identifican entidades no observables, como genes, electrones, energía oscura, fuerzas misteriosas y quarks. Por una parte, no hay evidencia directa de la existencia de las entidades teóricas que estos términos nombran, y, por otra parte, la teoría no puede cumplir su función explicativa sin ellas. De esta manera, “encontrar un modo que el lenguaje teórico pase esta prueba, mientras se excluyen los términos de la especulación descontrolada que carecen de sentido, es un desafío que debe enfrentar una explicación de las teorías científicas” (Rosemberg, 2005, p.108).

Así, para la ley de la gravitación de Newton, un realista remarcaría que nos enseña no sólo el comportamiento de los objetos físicos, sino también la existencia de entidades inobservables de las que se puede notar su influencia, como la fuerza y los campos gravitatorios. Un instrumentalista, por otro

lado, consideraría que la teoría establece la palabra “fuerza” o “campo gravitatorio” para referirse a entidades con funciones explicativas dentro de la teoría, pero que no tienen una existencia real (Feyerabend, 1981). Por último, un estructuralista no garantizaría la existencia de las entidades ni de los conceptos que desarrolla la teoría, ya que estos pueden cambiar con las revoluciones científicas. El único a porte de las teorías sería la estructura que se deduce de la realidad.

### 3. La propuesta del realismo científico

El realismo científico toma el éxito explicativo y predictivo de las teorías para garantizar un compromiso ontológico con la existencia de las entidades que postula (Fallis, 2013). La realidad de las teorías científicas está ligada a todos sus componentes: estructura, entidades, modelos, ecuaciones y conceptos. Esto se basa en la presuposición que las teorías científicas son verdaderas o al menos son aproximadamente ciertas.

Según Brock y Mares (2007) el realismo científico (RC) se caracteriza por: la confianza en el método científico, la seguridad en la ciencia contemporánea y la aceptación ontológica de las entidades actuales. Esto implica que a medida que progresa la ciencia las teorías se aproximan más a la realidad. Sin embargo, el acercamiento de una teoría a la realidad es difícil de medir, ya que no se tiene un estándar de referencia. Aunque la confianza puesta en el método científico hace que la validación sea de carácter circular.

Desde otra perspectiva, Sankey (2008) describe las doctrinas principales del RC:

- *Propósito de la ciencia*: Descubrir la verdad acerca del mundo, y el progreso científico consiste en avanzar en dicho propósito.

- *Realismo epistémico*: la investigación científica conduce al conocimiento genuino de aspectos observables e inobservables del mundo

- *El realismo discursivo teórico*: el discurso científico sobre las entidades teóricas debe interpretarse literalmente como un discurso que está genuinamente comprometido con la existencia de entidades reales no observables.

- *Realismo metafísico*: el mundo investigado por la ciencia es una realidad objetiva que existe independientemente del pensamiento humano.

- *Correspondencia teoría de la verdad*: la verdad consiste en la correspondencia entre un reclamo sobre el mundo y la forma en que el mundo es.

- *Objetividad de la verdad*: las teorías o afirmaciones sobre el mundo se hacen verdaderas (o falsas) por la forma en que son las cosas en la realidad objetiva e independiente de la mente investigada por la ciencia (p.11-25).

En el RC el criterio de verdad consiste en la investigación científica. Este tipo de realismo no sólo le interesa la existencia de entidades inobservables, sino también defiende la veracidad y la objetividad del método científico. Por lo tanto, la dimensión independiente de la mente (realidad en sí), sería el sitio en el que las teorías científicas reposan.

A continuación, se describirán los principales argumentos expuestos por el realismo científico (RC).

#### 3.1. Argumento de los no-milagros

Un milagro en el contexto científico no

implica una violación de las leyes naturales. Este es un evento deseable que ocurre a pesar de ser altamente improbable. En este sentido, los antirrealistas consideran los éxitos de la ciencia como milagros epistémicos (Barnes, 2002). Así, subyace la siguiente pregunta ¿Por qué suceden estos eventos “milagrosos” en las teorías científicas? Una respuesta sencilla bajo este argumento sería que, la aceptación del éxito predictivo de la ciencia es la única escapatoria para considerar estos eventos como no milagrosos. Incluso, el éxito de dichas teorías sería el garante para la existencia de las entidades inobservables.

El argumento de los no-milagros tiene dos perspectivas: el argumento de la teoría y el argumento de la elección. El primero propone que el realismo es la única posición que no hace que las teorías particulares que tienen consecuencias verdaderas parezcan un milagro. El otro argumento afirma que el realismo es la única posición que no hace milagroso el hecho que las teorías fueran elegidas por la comunidad científica y que resultaran ser exitosas empíricamente.

Respecto a esto, Putnam (1975) argumenta que:

Las teorías aceptadas en una ciencia madura son aproximadamente ciertas, el mismo término puede referirse a la misma cosa incluso cuando ocurre en diferentes teorías, estas declaraciones son vistas por los realistas científicos no como verdades necesarias, sino como parte de la única explicación científica del éxito de la ciencia, y por lo tanto como parte de cualquier descripción científica adecuada de la ciencia y su relación con sus objetos (p. 224).

Este argumento evidencia que las teorías “maduras” tienen un éxito predictivo que sólo tendría sentido si se consideran verdaderas. Si

estas teorías estaban lejos de la verdad, según el argumento, el hecho que tengan tanto éxito sería milagroso. Y dada la elección entre una explicación directa del éxito y una explicación milagrosa, claramente debería haber una preferencia por la explicación no milagrosa, a saber, que nuestras mejores teorías son aproximadamente verdaderas.

Algunos instrumentalistas consideran que esta es una falacia argumentativa. El éxito por sí mismo no sugiere que una teoría que sea aproximadamente verdadera, y como no existe una forma independiente de establecer un patrón de verdad, la posibilidad que una teoría se aproxime a la realidad no puede evaluarse. La historia de la ciencia está llena de teorías que en diferentes momentos y durante largos periodos de tiempo han sido empíricamente exitosas, y sin embargo han resultado ser falsas las afirmaciones que realizaban de la realidad. Incluso, la mayoría de los términos teóricos han resultado ser no referenciales. Por lo tanto, el éxito empírico de una teoría no proporcionaría ninguna garantía para su establecimiento como verdad (Psillos, 1999).

No obstante, el argumento de los no-milagros sigue siendo válido, ya que a pesar de sus críticas no se ha encontrado una mejor explicación para el éxito científico que el realismo. Cuando los instrumentalistas emplean el contraargumento de la historia de la ciencia olvidan que Putnam se refiere a la realidad en una ciencia madura, algunos casos históricos se realizan aludiendo a teorías inhábiles, que estaban en un proceso de construcción. De hecho, las teorías maduras son aproximaciones a la realidad, y es por ello que las teorías “novatas” realizaban un aporte inferior a la realidad en sí.

### 3.2. Argumento metodológico

El realismo abductivo aborda la pregunta de

por qué se deben tomar las reglas del método para promover el objetivo realista de la verdad. Se llama abductiva porque se basa en la inferencia de la mejor explicación. Se requiere una inferencia de este tipo debido a la falta de evidencia directa de la conexión entre el método y la verdad de la teoría. Debido a que la verdad del contenido no observacional de las teorías no puede establecerse mediante la observación, no se puede demostrar que la conexión entre el método y la verdad de las teorías se obtenga por medios empíricos. Sankey (2008) argumenta que: “el realismo abductivo pone especial énfasis en el papel regulador del método en la selección y eliminación de teorías. Las reglas del método sirven como un medio de "control de calidad" (p.28). Los científicos emplean las reglas del método como criterio de selección para la eliminación de las teorías defectuosas, las cuales son serias contendientes de la verdad.

El método cobra gran importancia, debido a que la observación depende en gran medida del conocimiento básico teórico. Kuhn considera que la observación está cargada de teoría, incluso llegó a sugerir que los observadores con antecedentes teóricos radicalmente diferentes, viven en mundos diferentes (Dudau, 2002). Por lo tanto, si sólo la observación fuera el criterio de verdad, entonces las teorías científicas serían productos relativos al conocimiento previo del científico que observa el fenómeno.

De este modo, la metodología científica es un “instrumento confiable” en cuanto conduce a teorías exitosas, que hacen predicciones observacionales verdaderas. Pero ¿Cuál es la explicación para este fenómeno? Una posible respuesta que es realista y naturalista afirma que la metodología se basa de manera dialéctica en nuestras teorías, y esas teorías son aproximadamente verdaderas (Cerbone, 2007). Los antirrealistas no pueden explicar

este éxito metodológico presente en la ciencia de manera exitosa, por lo tanto, la mejor explicación es la realista.

### **3.3. Argumento de la corroboración**

Este argumento se podría describir como: si una entidad perteneciente a una teoría es capaz de ser detectada por diferentes métodos empíricos, entonces esto podría ser una corroboración significativa para el realismo. Para Hacking (1983) el trabajo experimental proporciona la evidencia más sólida del realismo científico. Esto no es porque se pruebe la hipótesis sobre entidades. Es porque las entidades que en principio no pueden ser "observadas" son manipuladas regularmente para producir nuevos fenómenos e investigar otros aspectos de la naturaleza. Lo cual implica que los experimentos corroboran la existencia incluso de forma implícita, por medio de las predicciones fácticas que las entidades muestran.

En este orden de ideas, Hacking (1983) considera que los electrones son reales si pueden ser rociados, es decir, si se pueden usar las propiedades causales de los electrones para interferir en otras partes de la naturaleza. Por lo tanto, el mejor caso para el realismo no proviene de la observación o representación, sino del éxito en 'intervenir'. Así, la propuesta de corroboración de Hacking está basada en el éxito que tienen las entidades “no observables” en afectar los fenómenos. Si estas entidades afectan la realidad, implica que tienen que ser reales.

Existe otra variante del argumento de la corroboración, que es el argumento experimental de Perrin. Este autor intenta argumentar que el establecimiento de la existencia de moléculas por medios experimentales implicaría en la existencia de entidades no observables. Él estableció esto

basado en experimentos del movimiento browniano, en los que “demuestra” la existencia de las moléculas. Esto convenció a muchos científicos antirrealistas de la realidad de las moléculas (Achinstein, 2010).

No obstante, no se puede extrapolar la realidad de una entidad inobservable como las moléculas, para justificar la realidad de otras entidades. El argumento experimental de Perrin muestra la relevancia de realizar comprobación experimental de entidades. De hecho, la existencia de moléculas tiene diversos argumentos experimentales, como la espectroscopía. Pero este éxito experimental obtenido no se puede aplicar a otros sistemas, ya que hay otras entidades de las cuales no se tiene tanto soporte experiencial.

En el marco del progreso científico y sus revoluciones, no existe una buena razón para suponer que todos los términos teóricos pertenezcan al mismo barco del flogisto. Una teoría madura postulará entidades no observables que tengan suficiente carácter causal y perturbativo en la realidad. De este modo, si las teorías maduras y genuinamente exitosas se consideran como verídicas, entonces sus términos teóricos centrales que se refieren a ciertas entidades deben existir (Psillos, 1999).

#### **4. ¿Por qué el antirrealismo y el instrumentalismo no convienen a la ciencia?**

Los principales desafíos del realismo científico radican en el antirrealismo y el instrumentalismo. El antirrealismo sugiere que las teorías científicas no deberían buscar ninguna ontología subyacente más allá de lo observable, el éxito explicativo y predictivo de las teorías solo atestigua la utilidad de sus postulados, y no puede garantizar la creencia en que las entidades postuladas son reales

(Ivanova, 2015). Así, términos teóricos como “electrones” y “genes” deberían eliminarse de las teorías. Por otro lado, el instrumentalismo considera que las teorías científicas deberían considerarse como una herramienta para resolver problemas prácticos, en lugar de descriptores de la realidad del mundo natural. La ciencia, en principio, no debería tener como objetivo proporcionar explicaciones sino solo representaciones de leyes observacionales.

El antirrealismo puede tomar diversas formas: anti-fáctica, no-factualista y Dummettiana. La anti-fáctica entiende las proposiciones impugnadas (números o entidades no observables) literalmente, pero niega que existan hechos que las puedan hacer verdaderas. Por otro lado, la perspectiva no-factualista considera que dichas proposiciones no describen hechos y no puede evaluarse su veracidad. Finalmente, el antirrealismo Dummettiano equipara la realidad con la afirmación garantizada, donde la proposición impugnada puede ser verdadera o falsa, dando preeminencia al principio de ambivalencia (Psillos, 2007). Se puede notar que las diversas perspectivas del antirrealismo niegan la existencia de las proposiciones impugnadas en la verdad en sí.

La perspectiva antirrealista no conviene a la ciencia. (1) No explica de forma adecuada la capacidad de las teorías científicas para hacer predicciones novedosas (Duhem, 1954) (2) No establece criterios de falsabilidad entre modelos ideales y teorías verdaderas, sólo realiza una crítica sin plantear una propuesta valedera. (3) La negación de las proposiciones impugnadas es relevante cuando se efectúa sobre la existencia de una entidad en particular, pero se equivoca cuando niega la existencia de cualquier entidad no observable. De este modo, el antirrealismo limita la capacidad de la ciencia para establecer la verdad, y al negar la existencia

de las entidades no observables compromete el aporte de las teorías científicas a la realidad.

Por otro lado, el instrumentalismo insiste en que es necesario reorientar la meta de la ciencia. Rescher (1987) sostiene que “la teorización de la ciencia no debe concebirse simplemente como parte de la aventura tradicional de la descripción, la aseveración como verdad y la explicación causal” (p. 34). La meta de las teorías científicas no es dirigir a una verdad cada vez más aproximada, sino realizar descripciones del mundo natural que permitan establecer una herramienta predictiva. En este sentido, la teorización sería simplemente una actividad que ayuda a dar coherencia a las teorías científicas como herramientas.

Van Fraassen es uno de los principales defensores del instrumentalismo, aunque algunos lo describen como empirista constructivo. Según Van Fraassen: “el valor de verdad de una teoría es epistémicamente inaccesible. Sin embargo, esto no interfiere con la ciencia, ya que su objetivo no es la verdad, sino la adecuación empírica” (Dudau, 2002, p. 73). La ciencia no intenta llegar a la verdad ni describir la realidad, simplemente da un reporte fidedigno de los fenómenos. Por lo tanto, la realidad no se relaciona directamente con la experimentación o con los consensos científicos, como sucede en el RC.

El instrumentalismo sintáctico se presenta en dos variantes: no-eliminativo y eliminativo. La variante no eliminativa (muchas veces adjudicada a Duhem) afirma que “no es necesario suponer que existe una realidad no observable detrás de los fenómenos, ni que la ciencia pretende describirla, para hacer ciencia y hacerlo con éxito” (Psillos, 1999, p. 15). Esta variante toma los términos teóricos dándoles el papel de sistematizar las declaraciones observacionales, lo que hace que las teorías

sean más simples y económicas. Por otro lado, el instrumentalismo eliminativo considera que las teorías no deben aspirar a representar algo “más profundo” que la experiencia, porque, en última instancia, no hay nada más profundo que la experiencia para representar. En este sentido, el instrumentalismo no eliminativo le da un mayor valor a la ciencia y admite su éxito, aunque mantiene el escepticismo con respecto al mundo no observable.

El instrumentalismo semántico (equiparable al sintáctico en algunos autores) supone que el lenguaje de la ciencia debe dividirse en una parte observacional y una parte teórica. El lenguaje de la observación contiene términos que sean estimables en la experiencia, y un vocabulario lógico que permita dar definiciones operacionales a estos términos. El lenguaje teórico es sólo un instrumento lingüístico que no tiene referentes, de modo que las declaraciones que los contienen no tienen valor de verdad (Dudau, 2002). Por ejemplo, las afirmaciones sobre los electrones son sólo instrumentos destinados a permitirnos hacer predicciones a nivel de observación.

Un argumento usualmente empleado por el instrumentalismo es la discontinuidad histórica. Las revoluciones han realizado cambios importantes en la estructura básica de la ciencia, no se tiene certeza que las teorías actuales del universo puedan corresponder a la realidad. Por lo tanto, Worrall (1982) considera que “las entidades inobservables pueden ser dejadas a un lado con alguna revolución futura” (p. 217). No obstante, la realidad “representativa” de la antigua teoría es incorporada en la nueva teoría, mostrando que los resultados de la ciencia son esencialmente un continuo.

De este modo, el instrumentalismo no

conviene a la ciencia por las siguientes razones: (1) Define un objetivo de la ciencia que no tiene ningún aporte a la realidad, (2) considera que las teorías científicas son sólo herramientas de predicción, (3) propone una perspectiva nominalista para las entidades no observables, y (4) considera que las revoluciones muestran una discontinuidad en el conocimiento científico, lo cual implicaría un escepticismo al aporte actual que realiza la ciencia.

### 5. ¿Un realismo estructural puede ser razonable?

El realismo estructural nació en el intento de llegar a un compromiso entre un argumento realista y uno antirrealista, a saber, el argumento de "no milagro" y la "meta-inducción pesimista", respectivamente. El Realismo estructural (RE) está destinado a ser una posición filosófica sustantiva sobre lo que hay en el mundo y lo que se puede conocer de él. "Es realista porque afirma la existencia de un mundo independiente de la mente, y es estructural porque se dice que lo que es cognoscible del mundo es solo su estructura" (Psillos, 2009, p.125). Así, el realismo estructural restringe el contenido cognitivo de las teorías científicas a su estructura matemática junto con sus consecuencias empíricas. Pero, en oposición al instrumentalismo, el realismo estructural sugiere que la estructura matemática de una teoría refleja la estructura del mundo (French & Saatsi, 2006).

En este sentido, una teoría es adecuada en la medida en que sus modelos representan el mundo. La estructura se entiende como relaciones entre los objetos o elementos de las teorías, por lo que el conocimiento radica en una deducción del conjunto, y no de sus objetos particulares. Esta alternativa provee una continuidad histórica a la ciencia, que no se basa en un compromiso ontológico,

sino en una estructura matemática que se mantiene. De este modo, el realismo autorizaría una inducción optimista sobre el cambio de las teorías (Bokulich & Bokulich, 2011). Verbigracia, los realistas admitirían la existencia de electrones, mientras que los realistas estructurales considerarían que la realidad radica en las relaciones de Maxwell de la teoría electromagnética.

En este orden de ideas, surge una nueva pregunta: ¿Puede hacerse una distinción entre la estructura y la naturaleza de una entidad, de manera que se pueda conocer su estructura y no su naturaleza? Describir una entidad, dando sus propiedades, relaciones, objetos y especificaciones, no deja nada por fuera. Entonces, la naturaleza de una entidad forma un continuo con su estructura, por lo tanto, conocer uno implica dar razón del otro (Psillos, 1999).

El realismo estructural (RE) ha sido defendido por diversos autores como: Duhem, Pincaré y Rusell. Duhem (1954) afirma que:

No poseemos una teoría perfecta, y la humanidad nunca la poseerá; lo que poseemos y lo que la humanidad siempre poseerá es una teoría imperfecta y provisional, que por sus innumerables agrupaciones, vacilaciones y arrepentimientos avanza lentamente hacia esa forma ideal que sería una clasificación natural (p. 302).

Duhem considera que la teoría ideal que podría describir plenamente la realidad sería una clasificación natural. Él rechaza la explicación como un objetivo de la ciencia, él atribuía un carácter metafísico a la explicación, argumentando que es la capacidad de develar la realidad en las teorías. Por lo tanto, el objetivo de la ciencia se enfoca en la clasificación. Una clasificación

natural que lograría capturar la realidad de la naturaleza, sin realizar una explicación de la misma. Él creía que las representaciones científicas se hacían más y más completas hasta converger a una "clasificación natural" de los fenómenos.

Duhem sostiene que solo una "teoría perfecta" podría revelar el verdadero orden ontológico escondido detrás de las apariencias. Una teoría perfecta sería una "teoría del todo" que unifique todos los fenómenos. Sin embargo, "el método científico solo puede construir una teoría "imperfecta". Incluso si la ciencia llegara a su fin, no se alcanzará una "teoría perfecta", una teoría que explique todos los fenómenos" (Ivanova, 2015, p.5). Nótese que el concepto de teoría perfecta está asociada con la unificación, que permitiría describir un panorama extenso a la realidad, sin limitarse a metodologías reduccionistas.

No obstante, Duhem acepta que existe un desajuste entre teoría y realidad. Él argumenta que la realidad es descrita de forma borrosa e imprecisa por medio de la observación. "Las teorías son precisas en la realidad idealizada por medio de la abstracción de sus conceptos. La idealización o abstracción tiene una dirección correcta en las matemáticas, pero en la naturaleza no" (Duhem, 1954, p. 175). Hay leyes que no son la realidad en sí misma y la ciencia admite sus limitaciones. Por ejemplo: las leyes de los gases ideales.

Por otro lado, Russell (1927) argumenta que "la estructura de los datos sensoriales refleja la estructura del mundo, y eso es todo lo que se puede saber de él. No se pueden inferir propiedades no matemáticas del mundo físico a partir de la percepción" (p. 253). Esto implica que sólo se pueden conocer las propiedades formales de las cosas, mientras que las propiedades intrínsecas son inherentemente desconocidas.

El realismo estructural ha sido objeto de diversas críticas. Newman (1928) asevera que sólo conocer la estructura implicaría que no se puede saber nada que no sea lógicamente deducible. El problema del estructuralismo es que le da una fuerte importancia a la deducción del conjunto, pero no se compromete con los elementos. Así, un primer problema del realismo crítico es su propuesta limitada de percepción de la realidad.

Chakravarty (2007) realiza una crítica al concepto de estructura. Él plantea la pregunta: ¿Qué significa decir que estas ecuaciones matemáticas son indicativas de la estructura? Ciertamente, es insuficiente para el realista simplemente señalar las ecuaciones de las teorías y afirmar que describen la realidad, ya que los empiristas constructivos, los instrumentistas, los positivistas lógicos y los idealistas dirían lo mismo, sujetos a sus propias interpretaciones. El concepto de estructura llega a ser ambiguo y poco aportante bajo la perspectiva realista de las teorías.

De hecho, Halvorson (2012) duda que la estructura pueda mantenerse a través de la historia. El realismo estructural semántico, considera que aceptar una teoría es creer que el mundo es isomorfo a uno de sus modelos. Por lo tanto, si dos teorías postulan una estructura diferente, entonces no pueden proporcionar representaciones precisas de la estructura del mundo. North (2009) realiza un ejemplo del incumplimiento del criterio isomórfico, cuando afirma que los espacios de estado de la mecánica lagrangiana y hamiltoniana no son equivalentes en términos de estructura. Por lo tanto, las dos teorías imputan una estructura diferente al mundo; luego, las dos teorías son inequivalentes. Lo cual muestra que el isomorfismo estructural se pierde, ya que la equivalencia de las teorías no es solo una cuestión de historias físicamente posibles,

sino de historias físicamente posibles a través de una estructura particular de espacio de estados.

Entonces, ¿Es razonable un realismo estructural? Realmente esta postura tiene algunos logros lógicos importantes, como su triunfo sobre el pesimismo inductivo. Sin embargo, su definición de realidad es tan dependiente de la mente que tiene un carácter netamente deductivo. Además, ejerce escepticismo sobre entidades inobservables, pero valora la capacidad de abstracción de la ciencia y el convencionalismo. Incurrir en contradicciones coyunturales al aplicar una metodología formal como única explicación para el progreso científico. En resumen, el realismo estructural es un realismo selectivo que conlleva a contradicciones. Requiere un desarrollo de carácter interdisciplinario para el planteamiento de un mejor concepto de estructura y el desarrollo de realidades coherentes con la experimentación.

## 6. El realismo científico desde una perspectiva selectiva

En esta sección se planteará una propuesta realista con algunas modificaciones, que busca efectuar un mayor acercamiento a la realidad científica.

Esta propuesta no es un realismo de la entidad (RE). El cual respalda las afirmaciones sobre la existencia de ciertas entidades y es escéptico acerca de las teorías en general. Este tipo de realismo no es coherente, ya que las entidades existen en un marco de relaciones y propiedades, que es precisamente lo que las teorías describen. Entonces, para ser un realista sobre las entidades, uno debe ser realista sobre al menos algunos aspectos de la teoría también (Chakravarty, 2007).

Las entidades y conceptos que permiten

el desarrollo de investigaciones científicas exitosas merecen ser percibidos como realistas. Chang (2014) en su realismo pragmático propone una perspectiva coherente de la realidad. Una entidad putativa debería considerarse real si se emplea en una actividad epistémica coherente, que se basa en su existencia y sus propiedades básicas. Chang plantea la posibilidad de establecer la existencia de entidades de las que se tenga suficiente información y causalidad para aceptarlas. Aunque él plantea dos niveles de realidad, donde las entidades pertenecen a la "realidad minúscula", mientras que los fenómenos o teorías como conjunto describirían la "Realidad". Esta última distinción se podría entender como las aproximaciones a la realidad y la realidad en sí.

Un realismo de entidades selectivas propone que algunas entidades inobservables son falsas, mientras que otras pueden considerarse como verdaderas. Para que una entidad sea real, debe cumplir las siguientes características:

- La teoría que describe la entidad debe ser producto de una ciencia madura
- La entidad debe tener suficiente corroboración experimental indirecta como para percibir la perturbación que causa en la realidad.
- La entidad debe cumplir un papel explicativo relevante en la teoría y en la realidad
- Se deben conocer las propiedades y características de esta entidad.

Una entidad que cumpla dichas características debe ser real. No se puede considerar que todas las entidades están en el mismo

estado que el flogisto o el éter primitivo. La realidad en el realismo científico no es completamente independiente de la mente, ya que la ciencia al descubrir nuevas teorías estaría accediendo al conocimiento de dicha realidad. Sin embargo, la realidad no debería considerarse como algo tan dependiente de la abstracción mental como en el realismo estructural.

Algunas concepciones científicas se ven de forma antirrealista por la falta de conocimiento de sus críticos. La teoría cuántica no buscaba construir una nueva teoría física sobre un mundo que existía independiente de la medición y la observación. Por el contrario, intentó construir una maquinaria lógica para la utilización de aquellas partes de la física clásica que todavía podría decirse que conducen a predicciones correctas (Feyerabend, 1981). En algunas ocasiones el escepticismo de algunas entidades es producto del desconocimiento de las técnicas o metodologías que se emplean.

En la historia de la ciencia existen casos de entidades no observables que llegaron a corroborarse con gran exactitud. Watson y Crick hicieron un modelo de algo que no habían observado, a saber, la estructura previamente desconocida del germoplasma. Al prestar atención a la forma en que el modelo se comportó o podría comportarse, encontraron una cantidad suficiente de análogos al comportamiento del ADN real que el modelo se autenticó rápidamente como la estructura del ADN (Baird, Baird, Scerri, & McIntyre, 2006). Pero lo mejor de todo, finalmente, los estudios experimentales de la molécula de ADN revelaron una estructura que era suficientemente similar a su modelo.

## 7. Conclusión

¿Son las teorías científicas estructuras,

instrumentos o realidad? No pueden considerarse como estructuras, ya que dicho concepto está basado en una realidad deductiva y niega la veracidad de las entidades no observables. Tampoco pueden ser instrumentos, porque esta concepción no provee una explicación lógica al éxito científico. Las teorías científicas son reales, cuando estas son un producto de una ciencia madura. Se debe mantener una perspectiva crítica sobre las entidades no observables. Por lo tanto, es conveniente establecer criterios de selección sobre las entidades, pero no se puede negar su existencia, ya que en muchas ocasiones la veracidad de las teorías está ligada con sus entidades.

## Referencias

- Achinstein, P. (2010). *Evidence, Explanation, and Realism: Essays in the Philosophy of Science*. Evidence, Explanation, and Realism: Essays in the Philosophy of Science. Oxford University Press.
- Bairderic, D., Baird, D., Scerri, E., & McIntyre, L. (2006). *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*. Retrieved from
- Barnes, E. C. (2002). The miraculous choice argument for realism. *Philosophical Studies*, 111(2), 97–120. <https://doi.org/10.1023/A:1021204812809>
- Bokulich, P., & Bokulich, A. (2011). Scientific Structuralism. *Boston Studies in Philosophy of Science*, 281.
- Brock, S., & Mares, E. (2007). *Realism and anti-realism*. United Kingdom: ACUMEN. <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía*. México: Siglo veintiuno editores.
- Cerbone, D. R. (2007). *Realism and Truth. A Companion to Heidegger*. <https://doi.org/10.1002/9780470996492.ch15>
- Chakravartty, A. (2007). *A metaphysics for scientific realism: Knowing the unobservable*. Cambridge: Cambridge university press.
- Chang, H. (2014). Pragmatic realism. *Realism, Science, and Pragmatism*, 251–282. <https://doi.org/10.4324/9781315779515>
- Descartes, R. (2006). *A Discourse On The Method*. Book, 161.
- Devitt, M. (1996). *Realism and Truth*. London, England: Princeton University Press.
- Díez Calzada, J. A. (1997). La concepción semántica de las teorías científicas. *Éndoxa: Series Filosóficas*, 8, 41–91.
- Dudau, R. (2002). *The Realism/Antirealism debate in the philosophy of science*, 190. Recuperado de: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-opus-10328>
- Duhem, P. (1954). *The Aim and Structure of Physical Theory*. Princeton: Princeton University Press.
- Fallis, A. (2013). *The philosophy of science An encyclopedia. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Feyerabend, P. K. (1981). *Realism, Rationalism and Scientific Method: Philosophical Papers: Volume 1*. London: Cambridge university press.
- French, S., & Saatsi, J. (2006). Realism about Structure: The Semantic View and Nonlinguistic Representations. *Philosophy of Science*, 73(5), 548–559. <https://doi.org/10.1086/518325>
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge: Cambridge university press.
- Halvorson, H. (2012). What Scientific Theories Could Not Be\*. *Philosophy of Science*, 79(2), 183–206. <https://doi.org/10.1086/664745>
- Ivanova, M. (2015). Conventionalism about what? Where Duhem and Poincaré part ways. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 54, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2015.09.004>
- Kulp, C. B. (1997). *Realism/Antirealism and Epistemology. Realism/Antirealism and Epistemology*.
- Newman, M. H. A. (1928). 'Mr. Russell's 'Causal Theory of Perception. *Mind*, 37, 137–148.
- Niiniluoto, I. (2002). Critical Scientific Realism. *Iyyun The Jerusalem Philosophical Quarterly*, 50(2), 77–84. <https://doi.org/10.1093/0199251614.001.0001>
- North, J. (2009). The 'Structure' of Physics: A Case Study. *Journal of Philosophy*, 106, 57–88.

- Okasha, S. (2002). *Philosophy of science: A very short introduction*. New York: Oxford University press.
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica. Estructura y Función. El porvenir de la Ciencia*. Madrid, España: Editorial Tecnos S. A.
- Portides, D. P. (2005). Scientific Models and the Semantic View of Scientific Theories. *Philosophy of Science*, 72(5), 1287–1298. <https://doi.org/10.1086/508125>
- Psillos, S. (1999). *Scientific realism: How science tracks truth*. London: Routledge.
- Psillos, S. (2007). Philosophy of Science A–Z. DOI: 10.5840/bjp20091211
- Psillos, S. (2009). Knowing the structure of nature: Essays on realism and explanation. *Knowing the Structure of Nature: Essays on Realism and Explanation*, 1–230. <https://doi.org/10.1057/9780230234666>
- Putnam, H. (1975). *Mathematics, Matter and Method: Philosophical Papers, Volume I*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rescher, N. (1987). *Scientific Realism: A Critical Reappraisal*.
- Rosemberg, A. (2005). *Philosophy of science*. (Second). London: Routledge.
- Russell, B. (1927). *The Analysis of Matter*. London: Trench, Trubner and Co.
- Sal, A. S. (2013). *Scientific Progress On The Semantic View: An Account of Scientific Progress as Objective Logical and Empirical Strength Increments*. University of Oslo. Recuperado de: <http://urn.nb.no/URN:NBN:no-39707>
- Sankey, H. (2008). *Scientific realism and the rationality of science*. USA: ASHGATE. <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- Van Fraassen, B. (1997). *Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox. Logic and scientific method*. Dordrecht, Kluwer.
- Worrall, J. (1982). Scientific Realism and Scientific Change. *The Philosophical Quarterly*, 32(128), 231.