

La observación en Ian Hacking: una cualidad diversa y autónoma de la teoría

Observation from Ian Hacking's perspective: a diverse and autonomous attribute of the theory

COLCIENCIAS TIPO 2. ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

RECIBIDO: FEBRERO 1, 2013; ACEPTADO: MARZO 5, 2013

María Fernanda González Osorio
mafegonzalez@hotmail.com

Universidad del Valle - Cali, Colombia

Resumen

El programa de Ian Hacking abre una nueva discusión sobre los fundamentos del conocimiento científico. Hacking otorga a la actividad experimental igual nivel de importancia que a la teoría a fin de devolverle la riqueza y complejidad que la teoría le sustrajo. Ian Hacking pertenece al denominado *Nuevo experimentalismo*, conocido como una corriente de la Escuela de Stanford de la filosofía de la ciencia que surge a principios de los años 80. La observación, como la concibe el autor, no tiene el papel tradicional que usualmente las diferentes corrientes de la filosofía de la ciencia le atribuyen. Para él, es una actividad muy diversa en sus relaciones con la teoría, presente de diferentes modos y niveles en las teorías científicas, pero autónoma de la misma. Concebida como una habilidad del experimentador que observa objetos o sucesos a través de instrumentos y aparatos utilizados durante la práctica experimental, posee poco valor epistémico en relación con la teoría. Como actividad es autónoma, distinguible de la teoría y de la experimentación, es menos compleja que esta pero muy importante para la recolección de los datos que identifican los fenómenos. La observación no hace parte de la base empírica del conocimiento, pues su valor epistémico es mínimo en relación con las teorías, éste papel le corresponde a los fenómenos que en su mayoría son inobservables, en consecuencia, la observación no es una instancia directamente constitutiva de una teoría científica.

Palabras Clave

Observación; datos; fenómenos; experimentación.

Abstract

Ian Hacking program opens a new discussion on the background of scientific knowledge. Hacking gives the same level of importance to experimental activity as to the theory wanting to restore the richness and complexity that theory has subtracted. Ian Hacking belongs to the so-called new experimentalism, known as a stream of Stanford School of philosophy of science that emerged in the early 80s. The observation, as is conceived by the author, does not have the traditional role that usually has the different currents of philosophy of science attributed to it. For him, it is a very diverse in its relations with the theory, present in different ways and levels of scientific theories, but autonomous of itself. Conceived as a menter's ability to see objects or events through instruments and apparatus used in experimental practice, has little epistemic value in relation to the theory. As autonomous activity is distinguishable from the theory and experiment, is less complex than this but very important to collect data that identifies the phenomena. The observation is not part of the empirical basis of knowledge, because their epistemic value is minimal compared with the theories, this paper corresponds to the phenomena which are mostly unobservable, thus the observation is not an instance directly constitute as a scientific theory.

Keywords

Observation; data; phenomena; experimentation.

El artículo se ha preparado tomando como base el documento de síntesis para la sustentación trabajo de grado de la Maestría en Filosofía de la autora.

I. INTRODUCCIÓN

El programa de Ian Hacking abre una nueva discusión sobre los fundamentos del conocimiento científico. Hacking critica el dominio de la teoría sobre la experimentación y la observación en la reflexión filosófica de la actividad científica. Ésta, para la filosofía de la ciencia, se interpreta desde el punto de vista de la elaboración teórica, con una consecuente reducción de los resultados experimentales al mínimo y de la desaparición de los procesos de la práctica experimental bajo su manto.

Hacking otorga a la actividad experimental igual nivel de importancia que a la teoría, a fin de devolverle la riqueza y la complejidad que la teoría le sustrajo. Igualmente, enfatiza en rasgos no muy reconocidos por la filosofía de la ciencia sobre la actividad de observar, que ya tiene su lugar propio, y ha estado cobijada por —o dependiendo de— la teoría.

Este trabajo pretende revisar, en el enfoque de Ian Hacking llamado *Nuevo experimentalismo*, las características de la observación, no tanto de la experimentación y menos de la teoría. El nuevo experimentalismo es conocido como una corriente de la Escuela de Stanford de la filosofía de la ciencia. Ella surge a principios de los ochenta, liderada por Patrick Suppes, y cuenta con importantes representantes como John Dupré, Peter Galison, Nancy Cartwright y el mismo Ian Hacking.

La observación, como la concibe el autor, no tiene el papel tradicional que usualmente las diferentes corrientes de la filosofía de la ciencia le atribuyen. Para él, es una actividad muy diversa en sus relaciones con la teoría — presente de diferentes modos y niveles en las teorías científicas— pero autónoma de la misma. Concebida como una habilidad del experimentador que observa objetos o sucesos a través de instrumentos y aparatos utilizados durante la práctica experimental, posee poco valor epistémico en relación con la teoría.

Desde esta perspectiva, la observación como la propone Hacking se distancia especialmente del positivismo lógico de Rudolf Carnap (1934), del historicismo de Thomas Kuhn (1962), del empirismo constructivo de van Fraassen (1980) e incluso del realismo de Grover Maxwell (1962).

La observación científica, desde la filosofía experimental de Ian Hacking, no puede entenderse en un único sentido, se presenta de muy diversas formas, tiene diversas relaciones con la teoría y ninguna de ellas implica

inferencias entre datos observacionales y entidades teóricas, o cambios de mundo, como tradicionalmente ha considerado el enfoque historicista de la filosofía de la ciencia.

No hay una sola relación de la observación con la teoría, sino una diversidad de relaciones. Es una cualidad que requiere trabajo, disciplina y entrenamiento; dentro del contexto de la experimentación permite identificar señales de un nuevo fenómeno dentro de un conjunto de datos durante las mediciones en la práctica experimental.

La observación para Hacking, es tanto una habilidad del experimentador como una actividad de la práctica experimental; como actividad es autónoma, distinguible de la teoría y de la experimentación; es menos compleja que esta pero muy importante para la recolección de los datos que identifican los fenómenos. La observación no hace parte de la base empírica del conocimiento, pues su valor epistémico es mínimo en relación con las teorías, éste papel le corresponde a los fenómenos que en su mayoría son inobservables, en consecuencia, la observación no es una instancia directamente constitutiva de una teoría científica.

II. TEORÍA Y OBSERVACIÓN EN LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

La distinción entre teoría y observación en la ciencia es uno de los problemas clásicos de la filosofía de la ciencia. El concepto de observación ha tenido un papel esencial en el análisis crítico de las teorías científicas. Es un tema que está en la base de muchas cuestiones epistemológicas y metodológicas de la ciencia; y la postura asumida en la distinción teoría y observación está en directa relación o dependencia con la caracterización y la evaluación de las teorías científicas.

A. La dicotomía teoría y observación de Rudolf Carnap

Uno de los más importantes problemas de la filosofía de la ciencia es la dicotomía planteada por el filósofo y físico alemán Hans Reichenbach, en su libro *Experience and Prediction* (1938), entre contexto de la justificación (plano sincrónico) y contexto del descubrimiento (plano diacrónico), diferenciando el modo como se justifica el resultado científico o matemático, del modo por el cual se llega a dicho resultado.

Según Reichenbach (1938), los problemas que caen dentro del contexto del descubrimiento son competencia

de la psicología y de la historia, no de la filosofía, que se ocupa sólo del contexto de justificación. Esta tesis fue defendida ampliamente por los filósofos del Círculo de Viena, luego se denominó concepción heredada o positivismo lógico. Los positivistas lógicos dieron particular importancia a los aspectos referidos al contexto de justificación de las teorías científicas y propugnaron por la independencia absoluta entre términos observacionales y términos teóricos.

Según Carnap (1969), un término observacional designa propiedades fenoménicas perceptibles por los sentidos y, por tanto, verificables y expresables por medio de enunciados protocolares; son términos observables, por ejemplo, *rojo, madera, volumen*. Por otro lado, un término teórico es aquel que es inobservable, está determinado por una teoría científica y es utilizado por los científicos, como *molécula, gen, electrón, energía, entropía*, etc. La línea divisoria entre ambos tipos de términos es arbitraria, aunque es una cuestión de grado.

Para establecer la distinción, Carnap asume que la ciencia tiene una base observacional no problemática, definida por términos observacionales que son hechos, sucesos, fenómenos y objetos observables; que el conocimiento comienza con la experiencia y ésta permite ponerlo a prueba y asume la experiencia como un conocimiento cierto o dado.

La actividad de observación se manifiesta en hechos empíricos que son expresados como enunciados singulares, es decir, hechos particulares o concretos que son específicos espacio-temporalmente. Según Carnap (1969, p.190):

... observamos piedras, árboles y flores, percibimos ciertas regularidades y las describimos mediante leyes empíricas. Pero por mucho o por cuidadosamente que observemos tales cosas nunca llegamos a un punto en el cual podamos observar una molécula, a partir de observaciones nunca llegaremos a elaborar una teoría de los procesos moleculares.

El experimentador observa hechos o fenómenos de manera directa en la actividad científica y esta observación directa no sobrepasa la experiencia sensorial.

La tesis de Carnap (1969, p.194), en relación con el carácter metodológico de los términos teóricos, considera que una ley teórica se distingue de una ley empírica por el hecho de que contiene términos de un tipo diferente, términos que no se refieren a observables, aún cuando se

adopte el significado amplio que da el físico a lo que puede ser observado.

Una de las distinciones más importantes entre dos tipos de leyes de la ciencia es la distinción entre las que podrían llamarse (no hay terminología aceptada en general) leyes empíricas y leyes teóricas. Leyes empíricas son las que pueden ser confirmadas directamente mediante observaciones empíricas. A menudo se utiliza el término "observable" para designar un fenómeno que puede ser observado directamente; de modo que puede decirse que las leyes empíricas son leyes acerca de observables (Carnap, 1969, p.193).

Plantea, igualmente, que las leyes teóricas no se confirman mediante observaciones de hechos particulares, pero que las leyes empíricas, sí. La coherencia de la distinción teoría-observación en las teorías científicas de Carnap, dada por una continua acumulación del lenguaje observacional, es lo que constituiría su base empírica, el siguiente ejemplo, nos ilustra al respecto:

Una teoría del electrón predice que un electrón cargado debe seguir una trayectoria particular en un campo magnético orientado. Supongamos, además, que somos capaces de llevar a cabo experimentos, cuyos resultados podemos observar directamente, que nos permiten detectar tal trayectoria, como por ejemplo el rastro de burbujas de vapor que deja un electrón a su paso por un cámara de burbujas altamente ionizada. Según la concepción que estamos estudiando, debemos decir acerca del enunciado teórico "los electrones tienen carga negativa" que a) su significado depende del significado de los enunciados observacionales "burbuja detectada aquí en el momento t", "burbuja detectada allí en el momento t+1", etc.; y b) la evidencia empírica a su favor es precisamente la suma de la evidencia a favor de cada uno de esos enunciados observacionales (Suarez, 2003, p.270).

Sin embargo, para Carnap, el carácter ontológico de un término teórico no es un asunto que pueda ser resuelto por la ciencia o por la filosofía, las entidades teóricas sirven para explicar los fenómenos y también para el desarrollo de la ciencia, pero ello no implica que existan. Afirma, como lo hemos dicho, que las entidades teóricas hacen parte de la teoría, pero lo que verdaderamente interesa es lo observacional y no toma postura frente a los aspectos ontológicos de los términos teóricos.

Filósofos como Achinstein (1989), Putnam (1989) y Suppes, afirmaron que no es posible establecer la

distinción, puesto que, muchos términos teóricos, que para Carnap son inobservables, se refieren a observables, como los propuestos por la teoría de la evolución de Darwin. Otras corrientes de la filosofía de la ciencia, como la historicista, plantearán fuertes críticas a la distinción; en general, la consideran muy difícil de sostener como base metodológica de las teorías científicas, especialmente, por el modo de dar significado cognitivo a los términos teóricos.

La dicotomía planteada por Carnap es negada por Hacking quien la considera una distinción muy radical; no obstante, asumirá que hay una distinción teoría-observación, en el sentido que ambas son actividades que integran el conocimiento científico.

B. Grover Maxwell: el estatus ontológico de las entidades teóricas

Maxwell critica fuertemente la pretensión de Carnap de que las entidades a las que se refieren las teorías científicas se deban considerar ficciones convenientes. Sostiene que ello es incongruente con la actitud y la práctica científica.

Su tesis propone que no hay criterios que permitan trazar una línea arbitraria entre lo que es observable o teórico, puesto que hay una transición continua de la observabilidad a la inobservabilidad, que empieza viendo a través de un vacío, sigue viendo a través de una ventana, continua viendo con anteojos, con binoculares, con un microscopio de bajo poder, hasta ver a través de un microscopio de gran poder. Por lo tanto, no hay criterios *a priori* o filosóficos para la separación entre términos observables e inobservables, y la inobservabilidad de una entidad teórica no es un criterio para dudar de su existencia.

En síntesis, Maxwell (1989) sostiene una postura optimista, afirma que la línea entre teoría y observación no es definida ni objetiva, por tanto, dudar de la continuidad de la observación para salvar las teorías antirrealistas, es insostenible. La inobservabilidad, en principio, es falsa, porque el desarrollo de la ciencia sostiene que tarde o temprano será posible la observación de estas entidades. Y la observación como instancia definitoria debe ser reemplazada para confirmar enunciados que se refieren a entidades que son inobservables en cierto momento. Para esto se deben tomar enunciados rápidamente *decidibles*¹.

Por último, Maxwell (1989) concluye que la línea teórico-observacional, donde quiera que se trace, es un accidente y una función de nuestra constitución fisiológica, del estado actual de nuestro conocimiento y de los instrumentos que en ese momento nos sean accesibles, y por lo tanto, la dicotomía teoría-observación no tiene ninguna significación ontológica.

C. La tesis de la carga teórica de la observación, en Thomas Kuhn

Lo que un hombre ve depende tanto de lo que mira como de lo que su experiencia visual y conceptual previa lo han enseñado a ver (Kuhn, 1989, p.255)

Kuhn analiza los cambios históricos de la ciencia, poniendo el acento en su carácter teórico. Emprende una crítica directa a la tesis empirista de la existencia de una base de observación neutral y de su lenguaje correspondiente, y hace una ruptura con el empirismo lógico de Carnap y el racionalismo crítico de Popper en cuanto al concepto de teorías científicas.

Las críticas de Kuhn a Carnap y Popper, permiten acotar aspectos puntuales de su filosofía, como son: no hay una distinción definida entre observación y teoría; la ciencia no es acumulativa —una ciencia en desarrollo no tiene una estructura deductiva férrea—; los conceptos científicos en uso no son particularmente precisos; la unidad metodológica de la ciencia es falsa: hay diversos tipos de herramientas que se utilizan para diferentes tipos de investigaciones; las ciencias mismas no están unificadas, puesto que dentro de una misma ciencia encontramos un gran número de disciplinas reducidas que sólo se traslapan ligeramente; el contexto de justificación no puede separarse del contexto de descubrimiento; y la ciencia debe ubicarse en el tiempo y es esencialmente histórica (Hacking, 1996, p.25).

Kuhn (1982) critica de Carnap que la experiencia sea fija y neutra, y su concepción de las teorías como interpretación de datos dados. Datos sin elaboración o producto de la experiencia directa no proceden en la investigación científica. En el laboratorio no hay datos brutos de la experiencia, no hay términos observacionales puros. Para Kuhn no hay distinción entre teoría y observación, pues toda experiencia está determinada por el paradigma, es decir, por los marcos conceptuales y teóricos

¹ Según Maxwell, retomando a Feyerabend, un enunciado rápidamente *decidible* puede definirse como un enunciado singular, no analítico, tal que un

usuario del lenguaje, que sea confiable y razonablemente sofisticado, pueda decidir rápidamente.

de la comunidad científica. Kuhn comparte con Hanson, la tesis de la carga teórica de la observación y considera que la experiencia tiene un contenido dado por el paradigma, por lo tanto, no es neutral.

Kuhn entiende la palabra *ver* en un uso extendido, es decir, qué se *ve* dentro de una teoría. El paradigma encaja la naturaleza en el marco conceptual y los fenómenos se ven en el marco del paradigma, y los que no encajan dentro de los límites del paradigma ni siquiera se los ve. No son posibles nuevos fenómenos a menos que cambie el paradigma. El marco conceptual para la explicación del fenómeno es constitutivo de una comunidad científica y tiene eficacia en la medida en que es explicado por ésta; por eso, para Kuhn, los fenómenos tienen una dimensión colectiva.

En este sentido, la tesis de la carga teórica de la observación es uno de los argumentos que apoyan la tesis de la inconmensurabilidad, puesto que el significado de todos los términos científicos está determinado por el paradigma que subyace en ellos. Se pone de manifiesto la dependencia teórica de la observación, pero en la ciencia extraordinaria, al haber cambio de mundo, hay cambio de significado de estos términos, es decir, una modificación de su carácter ontológico.

El cambio de paradigma cambia la percepción, la experiencia, la teoría y, por tanto, la observación, los datos y los fenómenos; implica un cambio de significado en los términos que contiene las teorías y no una mera interpretación, pues, como se ha señalado, dos paradigmas que compiten son inconmensurables.

La idea de que los científicos después de una revolución *trabajan en mundos diferentes* (Kuhn, 1982), abre un álgido debate en la filosofía de la ciencia en relación con los cambios conceptuales, los cambios de percepción y los compromisos ontológicos que éstos implican.

D. La imagen científica de B. van Fraassen

Para van Fraassen el propósito principal de la ciencia no es enunciar teorías verdaderas, como afirman los realistas, sino enunciar teorías empíricamente adecuadas. Desde esta perspectiva, van Fraassen se propone restaurar la dicotomía teoría / observación del positivismo lógico, dándole un giro lingüístico a fin de poder recuperar el mundo que ha sido reducido por la tradición historicista a un enunciado lingüístico.

Desde la óptica de van Fraassen, las teorías son

construcciones de modelos adecuados a los fenómenos reales, de ahí que su empirismo se denomine constructivo.

Las teorías científicas son objetos abstractos distintos de las entidades lingüísticas, son un conjunto de modelos que buscan representar determinado aspecto del mundo o dominio de la realidad, el cual no debe ser juzgado como verdadero o falso, sino como adecuado o no adecuado. De esta manera, pasamos de una concepción lingüística de las teorías (Carnap, Maxwell, Kuhn), al enfoque semántico o modelista, el cual posibilita concebir la actividad científica como una construcción donde tanto el usuario como el mundo representado, están involucrados.

Van Fraassen (1980) considera que es un error categorial hablar de entidades teóricas y dicotomía observable / teórico, puesto que los términos de las teorías científicas pueden ser teóricos y no teóricos y los entes observables e inobservables. Es decir, no es posible dividir el lenguaje en una parte teórica y otra no teórica. Podemos hablar de una carga teórica del lenguaje, pero no de una carga teórica de la observación, pues una cosa es el objetivo y otra la manera como nombramos el objeto: *Todo nuestro lenguaje está completamente infectado de teoría* (van Fraassen, 1980, p.30).

Van Fraassen quiere decir que los términos de los cuales hacemos uso permanentemente son introducidos por teorías previamente aceptadas, algunos ejemplos son: *masa*, *impulso* y *elemento*. De esta manera la asepsia o limpieza del lenguaje, como lo pretendían los positivistas lógicos al separar el lenguaje en observacional y teórico, resultaría imposible, pues si así ocurriera, nuestra manera de hablar, nuestro lenguaje, desaparecería.

El verbo *observar* no se debe confundir con *observar que*. Observar implica el simple acto de dirigir la mirada a un ente (cosa, acontecimiento o proceso), el *observar que* requiere de un conocimiento conceptual previo, requiere del uso de un lenguaje.

En este mismo sentido, van Fraassen afirma que las teorías (los modelos) nos proporcionan una imagen del mundo, pero no por esto es lícito pensar y concluir que la imagen corresponde siempre con el mundo. Nos dejamos guiar por imágenes del mundo que llegan a condicionarnos, pero eso no quiere decir que el mundo sea tal cual lo dice la imagen. No hay una relación causal entre el lenguaje y el mundo.

La ciencia está dirigida a seres biológicamente constituidos como nosotros, para los cuales es importante

señalar hasta qué punto algo es considerado como observable; pero la ciencia no se basa únicamente en lo que podemos observar o no, sino también en el lenguaje que utilizamos para referirnos a ello o para describirlo, es decir, para observar el mundo no se necesita una carga teórica; el científico y la persona del corriente ven las mismas cosas, pero las describen desde distintos lenguajes.

Por ejemplo, no se puede decir que el hombre de la edad de piedra y una persona de nuestra época al ver una pelota de tenis ven cosas diferentes, pues ellos ven la misma cosa, pero ver la pelota de tenis implica toda una carga conceptual del juego, que sí está influida por la época.

Por tanto, la dicotomía observable / inobservable es de gran importancia para la ciencia, enuncia la necesaria distinción entre lo observable y lo inobservable para nosotros como seres biológicamente constituidos, y a la vez aclara el papel que desempeñan las teorías ante el mundo observado; pues, desde los constructos teóricos se puede representar o describir lo que observamos en el mundo, así se recupera la noción de observar como un dirigir la mirada hacia los entes.

En resumen, las tesis que propone van Fraassen son: la observación es independiente de la teoría o sea no existe la carga teórica en la observación; y lo observable y lo inobservable lo describimos a la luz de una teoría. No es suficiente ver con el ojo desnudo, la ciencia colabora a precisar lo que es observable e inobservable y es la teoría quien ayuda a marcar los límites entre esto, pues, hay que hacer una interpretación de las teorías y no considerar que lo que las teorías científicas hacen es una descripción de los fenómenos.

III. LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y LA FILOSOFÍA EXPERIMENTAL

De acuerdo con Hacking, la filosofía de la ciencia se ha ocupado de la relación entre teoría y experimento, ha intentado establecer diferentes posturas sobre lo que es el conocimiento científico, así como sobre los problemas relativos a la racionalidad, la objetividad, el método y la verdad.

Para la filosofía experimental, estos temas siempre han sido desarrollados por la filosofía de la ciencia bajo el manto de la teoría; Hacking invita a que estos problemas sean revisados bajo la perspectiva de la práctica experimental.

En la primera parte de su obra *Representar e intervenir* (1983), dedicada a examinar el problema de la representación, Hacking analiza la manera como el positivismo y el historicismo han abordado la noción de experimentación. En la segunda parte de este escrito, se analizan algunas de las ventajas de la filosofía experimental y los problemas filosóficos que surgen a partir de esta nueva perspectiva.

Hacking se pronuncia de manera explícita sobre Carnap, Popper, Kuhn, principalmente, en relación con las que considera sus tesis más importantes.

Tanto el positivismo de Rudolf Carnap, como el racionalismo de Karl Popper, han concebido el papel del experimento como un tema relacionado exclusivamente con la confirmación o refutación de las teorías científicas. Para Carnap, la tarea de la filosofía era la reconstrucción lógica de las teorías científicas y para ello propuso dos lenguajes científicos: el lenguaje teórico y el lenguaje observacional. Popper, por su parte, no consideró que ésta fuera la vía para la elaboración de las teorías científicas o para el progreso del conocimiento, y propuso la falsabilidad para establecer cómo una teoría puede dar cuenta del conocimiento.

Según Hacking, tanto Carnap como Popper coinciden en los siguientes aspectos: los términos científicos deben ser precisos, el método científico es el método de la ciencia; hay una distinción clara entre teoría y observación (aunque para Carnap esta distinción se expresa en una dicotomía que garantiza la base empírica de la ciencia y, para Popper, parte de las refutaciones); el conocimiento científico es acumulativo y hay una sola ciencia como expresión del progreso del conocimiento; existe una clara diferencia entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación, el contexto de descubrimiento está dado por todas las consideraciones psicológicas, sociológicas e históricas que intervienen en el desarrollo de la ciencia y el contexto de justificación, por una reflexión de cómo justificamos las teorías científicas (Carnap y Popper sólo reconocen el contexto de justificación para dar cuenta de las teorías científicas); la ciencia es el soporte de la racionalidad y sus filosofías están fuera de la historia; hay un criterio de demarcación que permite distinguir lo que es ciencia de lo que no lo es.

De acuerdo a lo anterior, tanto Carnap como Popper construyeron una imagen de la ciencia fuera de la historia, con un método que es independiente de los sujetos que la

producen, de sus intereses y sus prácticas, llevando a un predominio de las cuestiones lógicas. Suponiendo además que la confianza en la ciencia reside en el método científico y que las reglas metodológicas conducen a cánones de racionalidad. Concepciones que provocaron la reivindicación de la empresa científica desde su dimensión histórica, social y pragmática y el impacto de la dimensión metodológica (Pérez, 1990).

Es importante señalar que en Popper no puede existir una distinción clara entre teoría y observación, pues para este autor todos los conceptos son teóricos.

Para Hacking (1996, p.29), Kuhn reduce la imagen de la ciencia a *pequeños grupos de investigadores que idean una línea de investigación*. No considera que la teoría de Kuhn sea irracional desde el concepto de paradigma, ya que *no hay nada en la idea de paradigma como logro que vaya en contra de la racionalidad científica: todo lo contrario*, para él la noción de paradigma como logro es la imagen de la ciencia de Kuhn.

En cuanto a la racionalidad, cree que Kuhn no esperaba la crisis que su obra causó y que no fue su intención negar las virtudes de las teorías científicas. A su juicio, Kuhn intentó establecer una nueva propuesta sobre las teorías y su relación con el mundo, combinando la teoría lógica con la teoría lingüística, pero no logró resolver el problema.

Pero Hacking (1996, p.25), al igual que sostuvo que Carnap y Popper no se diferencian tanto en realidad, va a pensar lo mismo de Kuhn; que éste no se distingue mucho de los positivistas, pues en todos, el énfasis del conocimiento científico está puesto en las teorías científicas.

El programa del nuevo experimentalismo de Ian Hacking se referencia en algunos problemas filosóficos planteados por Kuhn, aunque su propuesta considera superar las críticas señaladas, dándole un nuevo carácter a la experimentación. Hacking comparte con Kuhn el sentido histórico y social de la empresa científica, el paradigma como logro y las actividades que realizan los científicos en la etapa que Kuhn denomina ciencia normal. Sobre esta última, coincide en que la actividad científica es aplicación tecnológica, elaboración de experimentos y clarificación de hechos implicados en la teoría, pero asume una posición crítica especialmente sobre:

- *La concepción de la práctica experimental*. En la obra de Kuhn (1982), el experimento, la experimentación y los fenómenos, en general, son contemplados desde los marcos conceptuales del paradigma. Kuhn

considera que la historia de la ciencia es un producto del pensamiento más que un producto de la experimentación y la intervención.

- *Cambios de paradigma*. Para la concepción del conocimiento de Hacking, la ciencia debe tener estabilidad. La tesis de las revoluciones científicas como *cambios de mundo*, planteada por Kuhn, genera cambios en todos los aspectos de la ciencia, entre ellos, la evidencia empírica; lo que desde la concepción de Hacking es una afirmación sumamente problemática, pues no hay medida de comparación entre teorías científicas.
- Ian Hacking (1996) considera que en la tesis de inconmensurabilidad hay tres ideas diferentes: la inconmensurabilidad de temas, la disociación y la inconmensurabilidad de significados. En relación con la inconmensurabilidad de temas, si una teoría se cambia por otra, es una cuestión histórica, por ejemplo, si la teoría del flogisto se cambió por la teoría del oxígeno no hay cambio de mundo; sobre la segunda, considera perfectamente claro que en un tiempo suficientemente largo, cambios radicales en la teoría pueden hacer el trabajo ininteligible para un público científico posterior, dado que los estilos de razonamiento cambian así como la verdad o falsedad de muchos enunciados científicos, no comparte, por tanto, que cada generación de físicos, ya estén en física relativista o en la física experimental, se refieran a cosas diferentes cuando hablan de electrones, puesto que los fenómenos o los efectos son estables (Hacking, 1996).

Hacking no acepta que una entidad teórica cambie el significado, que *masa* en la teoría relativista no signifique *masa* en la teoría newtoniana, o que *planeta* no signifique lo mismo en la teoría copernicana o en la *Ptolemaica*. Por ejemplo, nadie dudará que la astronomía es inconmensurable con la genética, son dominios diferentes, pero dos teorías rivales o sucesivas si no hablan de los mismos tópicos ¿cómo pueden compararse? Para ello considera que no hay que basarse en la teoría del significado de Putnam sino en su teoría de la referencia, pues es el referente lo que fija la identidad de lo que estamos hablando: Millikan midió la carga del electrón, Lorentz, Rutherford, Bohr, Schrödinger y Millikan hablaban todos acerca de electrones, pero tenían teorías diferentes sobre ellos. La propuesta de Hacking (1996) sostiene la diversidad en la experimentación, la teoría, la observación y sus relaciones, pero no mundos diferentes.

IV. EL PROGRAMA DE HACKING

Para describir de manera general el programa filosófico de Ian Hacking, parto de la propuesta que hace Mauricio Suárez (2003) en su artículo Hacking-Kuhn, sobre el modelo de conocimiento de Hacking. Este modelo tiene una estructura de tres niveles, constituida por la teoría y los datos observacionales en los extremos y una larga y compleja serie de modelos de los fenómenos producto de la experimentación, que actúan como mediadores entre teorías y datos observacionales. Suárez esquematiza de la siguiente manera este modelo de conocimiento:

Figura 1. Modelo de conocimiento (Suarez, 2003)

Conocimiento teórico: Teorías Científicas	(explicación teórica)
→ Espacio de la inferencia y la confirmación teóricas	
Conocimiento fenomenológico: Fenómenos	(descripción material)
→ Espacio de la inferencia y la confirmación experimentales	
Datos observacionales:	(percepción sensorial)

Según Suárez, estos tres niveles son categorías diferenciales del conocimiento, no constituyen de manera alguna los componentes de una teoría científica. A continuación, se describe cada uno de ellos:

A. Primer nivel: las teorías científicas

Las teorías son representaciones de la realidad, representan de una manera diferente, pero la realidad no es un concepto inequívoco y las teorías como representaciones de la realidad son de muchos tipos. En el modelo de Hacking, las teorías se contrastan con los fenómenos, no con los datos observacionales.

C. Segundo nivel: los fenómenos

Para analizar el papel de los fenómenos explicaré primero lo que es la experimentación. La experimentación no es lo mismo que el experimento, es un concepto que va más allá de la práctica experimental, es una actividad compleja que implica la medición, la manipulación de instrumentos, la creación de fenómenos y su regularización. Experimentar es *crear, producir, refinar y estabilizar fenómenos* (Hacking, 1996, p.186). En la práctica experimental se gesta el conocimiento y la posibilidad de transformar el mundo, es lo que Hacking, parafraseando a Bacón, llama *torverle la cola al león*.

El trabajo experimental no es solamente preparar el experimento, diseñarlo y construir aparatos; también lo es

manipular entidades y crear fenómenos; tiene una dinámica propia y autónoma de la teoría. Hacking propone que la práctica experimental se debe comenzar a ver como una acción, es decir un hacer desde la óptica de la intervención humana que transforma la naturaleza, como la creación de fenómenos o producción de los efectos científicos. Estos son producto de una práctica interventora, no surgen de la observación pasiva o directa de la naturaleza. Hacking toma distancia de la idea de que el científico observa la naturaleza, pues los fenómenos para Hacking no son datos observacionales.

Los fenómenos serían los cambios de estado del agua, la dilatación de los metales por efecto del calor, el comportamiento corpuscular u ondulatorio de los electrones. Comúnmente, la palabra fenómeno es sinónimo de efecto, pero con sentido distinto: la palabra fenómeno alude a los sucesos que pueden ser registrados por la observación directa como lo fueron, para una época de la ciencia, las estrellas y las mareas; la palabra efecto, por su parte, alude al trabajo de los grandes experimentadores como *Compton* y los *Curie*, quienes intervinieron la naturaleza para crear regularidades y bautizaron sus productos experimentales con sus nombres, como el efecto *Faraday*, el efecto *Zeeman*, y el efecto *Josephson*, entre otros.

Para Hacking, en general, las características de los fenómenos se pueden sintetizar de la siguiente manera:

- Los fenómenos no son dados en tanto evidencia empírica, no son regularidades de hecho, no son datos de los sentidos, ni sensaciones o percepciones, puesto que los fenómenos como regularidades observables en la naturaleza son situaciones muy poco frecuentes.
- Una filosofía dominada por la teoría tiende a considerar que los fenómenos son descubiertos en el laboratorio, pero es gracias a la experimentación y a la tecnología que son creados y regularizados.
- En su relación con la teoría, los fenómenos pueden tener más duración que las teorías, son independientes de la teoría, a veces preceden a la teoría, pero muchas veces son creados después de la teoría. La vida de un fenómeno puede ser más larga que la de cualquier teoría diseñada para explicarlo.
- La mayoría de los fenómenos son inobservables, son artificiales pues son detectados mediante la tecnología y creados en la práctica experimental

gracias a la intervención humana. Tienen un carácter artificial (Hacking cita el efecto *Hall* y el efecto *Láser* como ejemplos).

- Tienen características causales como los poderes causales de los electrones que son específicos: *se pueden rociar*. Entendemos sus efectos, sus causas, lo que nos permite manipularlos. Manipular una entidad no es experimentar sobre ella, sino hacer un experimento con ella. Para Hacking lo que cuenta a favor de la existencia de los electrones no es tanto lo que se pueda explicar con ellos, como lo que se pueda hacer con ellos, es decir, el electrón deviene existencia porque se pueden manipular.

Este es el sentido del realismo de entidades de Hacking. Aclara que hay dos tipos de realismo, el científico, para las teorías y el ontológico, para las entidades, y que ambos tienen propósitos diferentes. El problema respecto a las teorías es si son verdaderas o falsas (o candidatas a lo uno o lo otro); el problema con las entidades es si existen o no.

Para Hacking, las entidades de la ciencia son herramientas intelectuales útiles e inobservables que deben tener tres condiciones para adquirir estatus ontológico: estabilizarse; regularizarse; y servir para investigar otros fenómenos, es decir, ser manipulables.

La regularización o estandarización de un fenómeno consiste en poder identificar por lo menos algunas de sus propiedades causales y depende del conocimiento de las mismas. La manipulación del efecto o fenómeno es fundamental para su condición ontológica, por ejemplo, cuando se manipula el electrón para encontrar los *quartz*, éste deja de ser un fenómeno hipotético, teórico o inferido y se torna real. Los electrones como herramientas útiles, sirven para crear otros fenómenos nuevos, en este sentido, las precisiones en la medición de un fenómeno no son relevantes para la observación, son relevantes para la estabilización del fenómeno.

D. Tercer nivel: la observación científica y los datos

Desde la filosofía experimental de Hacking, he señalado como la observación no puede entenderse en un único sentido.

1) La observación como habilidad

El papel de la observación, dentro de la práctica experimental, es recoger los datos que dan cuenta de los fenómenos; el papel de la observación como habilidad,

esta dado en el contexto de la práctica experimental, para Hacking, la observación es la habilidad que tiene el experimentador de identificar un dato interesante durante la medición de un fenómeno.

Como habilidad, la observación se presenta en la articulación entre el sujeto y la práctica experimental, especialmente en la manipulación de los equipos y aparatos, su lectura, su ajuste y funcionamiento, marcando la diferencia en el momento en que los datos indiquen algo interesante, una rareza, un desajuste, una señal de un nuevo fenómeno. En este sentido, la observación es determinante para la identificación de los fenómenos en la práctica experimental.

2) La observación como práctica de la ingeniería de la experimentación²

Hacking ejemplifica la distinción entre experimentación y observación mediante el experimento Michelson-Morley, conocido como la refutación a la teoría del éter electromagnético, predecesora de la teoría de la relatividad.

El experimento duró casi medio siglo. Desde cuando Michelson obtuvo los primeros resultados experimentales, en 1880, hasta el trabajo de Miller, hacia 1920; mientras que las observaciones duraron día y medio. El resultado final de este experimento no puede interpretarse para Hacking, como un simple resultado experimental, sino como una transformación en las posibilidades de una medición (Hacking, 1996).

La experimentación es una actividad que si bien, en algunos casos, puede confundirse con la observación, es muchísimo más compleja. Involucra los equipos, las mediciones, la calibración de aparatos, la creación de nuevos aparatos y diseñar métodos y ajustarlos para crear y manipular fenómenos.

La experimentación domina la actividad científica, mientras que la actividad de la observación es de menor duración y sólo un aspecto de la actividad experimental. Lo más importante de la experimentación es dar cuenta de un fenómeno y, por lo general, un informe observacional es un reporte parcial del proceso de creación del fenómeno. Los datos que dan cuenta de un fenómeno no se obtienen de manera instantánea, sino a lo largo del proceso de la experimentación.

² La ingeniería del experimento se refiere a la exactitud en las mediciones, ajustar aparatos, resolver problemas, manipular efectos, estabilizarlos, regularizarlos y utilizarlos para investigar otras cosas.

3) Los datos

Los datos son realmente lo observable de la práctica experimental y constituyen el nivel inferior del proceso del conocimiento en el modelo propuesto por Suárez (2003). Para Hacking, los datos son puntos en una gráfica, destellos en una pantalla fluorescente, rastros en una cámara de burbujas, observaciones precisas de los aparatos de medida. Son el resultado de experimentos particulares y su existencia es contingente, dependiendo del contexto experimental que los genera, y su existencia efímera puesto que al mejorar la diversidad y el alcance de los experimentos y la precisión de los instrumentos, los datos antiguos pasan a ser reinterpretados, archivados, ignorados o destruidos para dar paso a los nuevos datos.

A la hora de la interpretación de los datos el conocimiento sobre el aparato y su funcionamiento son aspectos importantes. Esta relación entre los aparatos y la observación de datos, cambia sustancialmente la idea de la observación como fuente primaria de los datos; el hecho de que la ciencia observa a través de instrumentos y aparatos, hace más compleja la relación observación-experimentación, pues la identificación, la estabilización y la creación de un fenómeno se dan a través de esta relación.

4) La relación entre la observación y el fenómeno

Esta relación no es directa, el fenómeno se detecta o identifica mediante la inferencia de los datos observados. Este proceso por lo general involucra procedimientos estadísticos. No podemos entonces considerar que exista una relación directa entre observación y fenómeno. Los fenómenos son independientes de las condiciones y métodos empleados en los experimentos diseñados para demostrarlos; son independientes de los datos de cualquier experimento concreto y perduran, en general, mucho más de lo que perdura cualquier dato.

La medición de un fenómeno o efecto, como dimensión de la práctica experimental, no tiene mucha relación con la observación de los datos; su valor se relaciona con la existencia del fenómeno creado en el experimento y esto, por lo general, implica largas y delicadas series de experimentos.

Detectar un fenómeno no es traerlo a existencia, pues esta condición ontológica requiere mucha más dedicación en el trabajo experimental. Los fenómenos se detectan en un engranaje entre el conocimiento que el experimentador

tiene de los equipos y aparatos, el diseño del experimento, la relación con la teoría y la habilidad del experimentador como observador.

Una vez detectado el fenómeno mediante inferencia de los datos, se procede a estabilizarlo a través de mediciones con diferentes aparatos; incluso, a veces es necesario crear un aparato para poder identificarlo con precisión. La estabilidad del fenómeno implica que debe ser duradero para sobrevivir a los cambios de las teorías; por ejemplo, el enunciado fenomenológico que establece que los metales se dilatan en presencia del calor, se conoce desde tiempos inmemorables y ha sobrevivido a una larga serie de teorías de la materia condensada que han intentado explicar el porqué de tal dilatación (Suarez, 2003).

5) La observación no es parte de la base empírica del conocimiento

El valor epistémico de la observación es mínimo en relación con las teorías; este valor lo proporcionan los fenómenos que en su mayoría son inobservables. En la relación observación-datos-fenómenos, el criterio ontológico del fenómeno está dado por las actividades experimentales de estandarizar, estabilizar y manipular. El dato es contingente y efímero es lógico que su valor epistémico sea poco. Por lo tanto, la observación no es una actividad que incorpore un criterio epistémico a una teoría científica; tampoco lo incorpora por inferir un fenómeno. Pero son los fenómenos siguiendo a Suárez (2003), los que constituyen la base empírica de la ciencia. En los fenómenos confluyen criterios tanto epistémicos como ontológicos, mas no en la observación.

6) La observación es una actividad con autonomía de la experimentación y de la teoría

Es posible observar sin teoría. Según Hacking (1996), la diferencia más tajante entre observación sin teoría, la proporcionan los trabajos de William Herschel sobre el calor radiante.

William Herschel realizó más de 200 experimentos usando filtros en un telescopio. Empezó con una idea experimental general; usando los filtros notó que los filtros de colores diferentes transmitían diferentes sensaciones de calor; empleó otros aparatos como el termómetro y realizó diferentes observaciones, desde diferentes ángulos; pensaba, desde la teoría Newtoniana, que la luz estaba conformada por rayos de partículas, pero encontró que el calor no podía ser igual a la luz. Surgió una nueva idea

experimental sobre el calor rojo, le puso atención al nuevo fenómeno, pero los problemas experimentales relacionados con la medición del calor no lo condujeron a nada. En 1801, sus resultados fueron cuestionados; en 1802, Ritter solucionó el problema experimental al encontrar que el calor reaccionaba más allá del extremo violeta del espectro y se dice entonces que *descubrió* el ultravioleta (Hacking, 1996).

En los experimentos de Hershell, sus resultados constituyeron observaciones sin depender de la teoría. Hershell no descubrió el calor radiante, éste fue explicado posteriormente, encontró datos como diferentes sensaciones de calor en filtros de colores, el calor radiante como efecto vendría después. Hershell observó el fenómeno como tal, sus datos describieron un acontecimiento inesperado que después se identificó como un fenómeno ocurrido durante la práctica experimental; la teoría y la explicación fueron posteriores, cuando Macedonio Melloni (1798-1854) inventó el termopar, un instrumento con el que se podía medir la transmisión del calor a través de sustancias diferentes.

Hay una larga lista de observaciones que precedieron a formulaciones teóricas ocurridas en el desarrollo temprano de la óptica, entre 1600 y 1800: los trabajos de Erasmó Bartholin (1625-1698), con cristales de espato de Islandia. Bartholin, conociendo las leyes de la refracción y experimentando refracciones ordinarias, detectó otro rayo *extraordinario*, reconocido hoy como luz polarizada. El fenómeno tuvo que esperar casi 100 años, para que Fresnel (1788-1827) fundara la teoría ondulatoria moderna y hubiera una explicación teórica de la polarización. Lo mismo ocurrió con las observaciones de Newton sobre la dispersión de la luz; con el trabajo de Hooke y Newton sobre los colores de placas delgadas; hasta que Thomas Young, en 1802, formuló una explicación del fenómeno (Hacking, 1996).

7) Diversidad de relaciones entre teoría y observación

Se mencionan los casos más destacados de la diversidad de relaciones entre teoría y observación:

- *Observaciones dignas de atención.* Ocurren al comienzo de un proceso experimental. Hay observaciones cuya función es estimular la creación de teorías. Un ejemplo muy interesante lo constituye el movimiento Browniano de las moléculas, nombre en honor a Robert Brown quien en 1827 consiguó curiosas, pero cuidadosas, observaciones sobre el movimiento del polen suspendido en el agua. Brown nunca entendió qué significaban, pero sus observaciones tuvieron explicación años más tarde con la teoría sobre el movimiento molecular de Perrin y Einstein.
- *Observaciones como encuentros felices.* Los resultados no tenían mucho sentido hasta que teóricos de Princeton propusieron, teorizando sobre un tema totalmente diferente, la formación del universo como el producto de una gran explosión, a la que llamaron Big-Bang. De ser esto posible, debería haber una temperatura uniforme en todo el espacio y ella sería detectable en forma de señales de radio. Una vez más, la habilidad de diligentes experimentadores estableció con precisión un fenómeno que a su vez encontró su explicación en una teoría prestada (Hacking, 1996). Esta es una historia de un feliz encuentro entre teoría y observación. Se encuentran de manera independiente, pero continúan juntas. Tal es el caso del fenómeno detectado por Penzias y Wilson, quienes motivados por un reporte sobre un eco captado de la profundidad de la galaxia, midieron a partir de un radiotelescopio fuentes de radioenergía del espacio.
- *Observaciones masivamente cargadas de teoría.* Como las teorías de cómo trabaja la transmisión de información por neutrinos con el núcleo solar o la hipótesis de Dicke sobre el interior del sol que rota diez veces más rápido que su superficie, que suponen gran cantidad de teoría actuando.

El escocés David Brewster experimentó con la refracción doble biaxial, fundamentó las leyes de reflexión para los metales y estableció bases para los desarrollos de la teoría ondulatoria moderna propuesta más adelante por el físico francés Agustín Fresnel, en 1827. Brewster era un newtoniano convencido, no creía en la luz corpuscular ni contrastaba teorías, trataba de averiguar cómo se comportaba la luz. A pesar de que Brewster contaba con la teoría newtoniana, no puede decirse que constituía una teoría previa a su experimentación, que su observación estaba cargada de teoría o que era la base sobre la cual se estableció la efectividad del experimento. Inventó el caleidoscopio y el estereoscopio por refracción.

De los casos señalados entre observación y teoría, podemos decir varias cosas. En primer lugar, la observación y la teoría son actividades distinguibles la una de la otra. Como en el caso de Penzias y Wilson, son actividades distinguibles incluso por fuera del contexto de un laboratorio. En segundo lugar, los fenómenos observados en la experimentación no son una proporción del crecimiento de las teorías científicas o viceversa, o la teoría no se infiere de lo observado, sino que le da un marco explicativo en la mayoría de los casos posterior a su obtención. En este sentido también se entiende la autonomía de la observación en relación con la teoría. Finalmente, no hay una sola distinción entre teoría y observación, como asegura la filosofía de la ciencia tradicional, hay diversidad de relaciones entre teoría y observación, las que incluso relacionan de forma compleja, las tres actividades de la empresa científica que propone Hacking: las teorías, la experimentación y la observación.

V. CONCLUSIONES

Frente a la observación, en la filosofía de Hacking, es posible señalar:

- La observación no es una instancia directamente constitutiva de una teoría científica. La detección de un fenómeno o de una propiedad o característica del mismo, puede requerir muchos datos, recogidos mediante procedimientos experimentales e instrumentos diferentes, y no tiene porqué implicar una relación directa entre observación y teoría. La formulación de teorías no es el único propósito de la experimentación, la corroboración de una teoría es sólo un tipo de actividad en la diversidad de la experimentación, lo cual no quiere decir que la observación y la experimentación no adquieran poder explicativo a través de la teoría.

- El positivismo establece una distinción bien definida entre teoría y observación. La distinción entre teoría y observación implica la existencia de las entidades teóricas. Desde su realismo de entidades, Hacking no considera ningún criterio para caracterizar una observación directa, pues son los fenómenos los que traen a existencia a las entidades teóricas. Uno de los aspectos que marca la diferencia entre el programa de Hacking y el positivismo lógico es la conceptualización de lo que es un fenómeno. Hacking niega la distinción teoría y observación desde un punto de vista radical, es decir, cómo la concibe el positivismo, en mayúscula y en singular: la observación como la base empírica de las teorías. Para Hacking, la

distinción es en minúscula y en plural, es decir, para el conocimiento es distinguible la relación entre teoría y observación, pero ésta es diversa y de varios tipos. La observación a la vez es una actividad con autonomía de la teoría en tanto puede darse la una sin la otra.

- Hacking considera que Maxwell ofrece una respuesta conservadora a la distinción teoría y observación, postura que va a compartir pero que paradójicamente no tienen mucho peso en el contexto de su modelo de conocimiento, por cuanto difiere con Maxwell en el criterio ontológico que éste le otorga a la visibilidad.

La extensión de los sentidos que proporciona un microscopio se concreta, finalmente, en la manipulación; así por ejemplo, una célula de un cultivo puesta a través de una rejilla de observación, consigue visibilidad no sólo gracias a las propiedades del microscopio, sino por la inoculación de un medio de contraste: lo más importante en la ciencia actual es que la tecnología permite precisiones que son importantes para la estabilización del fenómeno.

- Frente a la tesis de la carga teórica de Thomas Kuhn, Hacking emprende una crítica de fondo, no sólo porque la teoría como la experimentación son dos aspectos autónomos, sino porque no considera que la distinción entre teoría y observación deba ser disuelta de manera tan radical. Hacking adopta la distinción entre teoría y observación, pero de la mano de la experimentación. La observación no está relacionada con la autoridad o con factores externos; Hacking no acepta que una entidad científica, un fenómeno, cambie al ocurrir cambio en los paradigmas, al contrario, considera que los fenómenos son más estables que las teorías.

- Frente al debate realismo-empirismo, Hacking extiende al empirismo de van Fraassen sus críticas al positivismo en el sentido de que son pro observación y anti causa; su caracterización de la observación como una habilidad y la creación de los fenómenos en el contexto de la práctica experimental van en dirección contraria al argumento de van Fraassen, para quien los fenómenos observables nos liberan de la metafísica o proporcionan un criterio epistémico adecuado sobre ellos

- El eje del realismo de entidades es la manipulación de los efectos o fenómenos y es importante para la observación en la medida en que esta contribuye a identificar el fenómeno. El realismo de Hacking se relaciona con la condición de existencia de los productos de la experimentación, no de la teoría. Es posible ser

antirealista acerca de las teorías científicas y, al mismo tiempo, realista acerca de las entidades manipuladas por los científicos en su práctica experimental.

VI. REFERENCIAS

- Achinstein, H. (1962/1989). Términos observacionales. En L. Olivé & A. Pérez [Comp.], *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* [2a ed.] (pp.330-354). México D.F., México: Siglo XXI
- Carnap, R. (1934). *Logische Syntax der Sprache* [Sintaxis lógica del lenguaje]. Viena, Austria: Springer
- Carnap, R. (1969) *Fundamentación lógica de la física*. Buenos Aires, Argentina: Suramericana
- Hacking, I. (1983/1996). *Representar e intervenir*, México D.F. México, Paidós / UNAM
- Khun, T. (1989). Las revoluciones como cambios de la concepción del mundo. En L. Olivé & A. Pérez [Comp.], *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* [2a ed.] (pp.253-278). México D.F., México: Siglo XXI
- Kuhn, T. (1962). La estructura de las revoluciones científicas. Chicago, IL: Universidad de Chicago
- Kuhn, T. (1982): *La tensión esencial*. México D.F., México: Fondo de Cultura Económica
- Naxwell, G. (1962 / 1989). El estatus ontológico de las entidades teóricas. En L. Olivé & A. Pérez [Comp.], *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* [2a ed.] (pp.116-144). México D.F., México: Siglo XXI
- Pérez, A.R. (1999). *Kuhn y el cambio científico*, México D.F., México: Fondo de Cultura Económica
- Putnam, H. (1989). Lo que las teorías no son. En L. Olivé & A. Pérez [Comp.], *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* [2a ed.] (pp.312-329). México D.F., México: Siglo XXI
- Suárez, M. (2003). Hacking-Kuhn. *Revista de Filosofía*, 28(2), 261-284
- van-Fraassen, B.C. (1980). *The scientific image* [La imagen científica]. Oxford, UK: Oxford University Press
- Reichenbach, H. (1938). *Experience and Prediction* (1938). Chicago, IL: University of Chicago Press

VII. CURRÍCULO

María Fernanda González Osorio. Ingeniera de Alimentos (Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá-Colombia), con Maestría en Educación (Universidad de San Buenaventura (Cali, Colombia), Maestría en Filosofía (Universidad del Valle, Cali) y Especialización en Gerencia Social (Escuela Superior de Administración Pública [ESAP], Bogotá). En la actualidad, es docente del Departamento de Humanidades de la Universidad Santiago de Cali.