

## Resumen del artículo

### El estatuto epistemológico de los instrumentos científicos

**Francisco Covarrubias Villa**

Instituto Politécnico Nacional, México

pancheco@prodigy.net.mx

Doctor en Ciencia Política por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM. Profesor-Investigador del CIIDIR-IPN. Sus trabajos se centran en las líneas de investigación Epistemología y Desarrollo Social

**Ma. Guadalupe Cruz Navarro**

Instituto Politécnico Nacional, México

lupitacruz63@hotmail.com

Profesora-Investigadora del CIIDIR-IPN. Sus trabajos se centran en las líneas de investigación Epistemología y Desarrollo Social.

El objetivo de esta investigación es identificar las funciones atribuidas a los instrumentos científicos en los procesos de construcción de conocimiento en diferentes racionalidades teóricas. Con base en afirmaciones elaboradas principalmente por Marx, Einstein y Heisenberg, se reflexionó el papel de los instrumentos en investigación social y en ciencias físico-naturales y fueron identificadas las siguientes posibilidades: i) el instrumento es una continuación de los sentidos dado que amplía su capacidad sensorial; ii) es una continuación de la teoría asumida por el sujeto; iii) es un mediador neutral entre la razón y los objetos reales para construir conocimiento científico; iv) es generador de estructuras y comportamientos de lo real. Se concluyó que el instrumento cumple una función diferencial dependiendo de la filiación epistemológica de las teorías: acrecentadora de la capacidad sensorial en teorías de filiación aristotélica, verificadora en teorías platónica y de productor de lo observado en teorías kantianas. El instrumento juega un papel ontoepistemológico en los procesos de construcción de conocimiento

#### Palabras clave

Instrumento científico, racionalidad teórica, lo real, razón, episteme.

científico, dado que su creación obedece a las exigencias cognitivas de una teoría para observar lo que ella atribuye a lo real o generando el fenómeno concebido por la teoría.

### Key words

Scientific instrument,  
theoretical rationality, the  
real, reason, episteme.

### Abstract

The aim of this research is to identify the functions attributed to the scientific instruments in the processes of construction of knowledge in different theoretical rationalities. Four positions were identified: i) the instrument is a continuation of the senses provided that it extend his sensory capacity; ii) it is a continuation of the theory assumed by the subject; iii) it is a neutral mediator between the reason and the real objects to construct scientific knowledge; iv) it is generator of structures and behaviors of the real. One concluded that the instrument fulfills a differential function depending of the filiation epistemological on the theories: accretive of the sensory capacity in theories of filiation Aristotelian, verified in Platonic theories and of producer of the observed in Kantian theories. The instrument plays a paper onto-epistemological in the processes of construction of scientific knowledge, since his creation obeys the cognitive requirements of a theory for to observe what it attributes to the real or for to generate the phenomenon conceived by the theory.

**Francisco Covarrubias Villa**

Instituto Politécnico Nacional, México

**Ma. Guadalupe Cruz Navarro**

Instituto Politécnico Nacional, México

## **El estatuto epistemológico de los instrumentos científicos**

### **Introducción**

La discusión de las posibilidades de participación de los instrumentos científicos en la generación de lo observado podría ser ejemplificada en la controversia generada en la interpretación del comportamiento de las partículas subatómicas y, en particular, en la iluminación del electrón para ser observado. Sobre este caso en particular han surgido tres interpretaciones: i) una que sostiene que el electrón existía antes de ser iluminado y que su iluminación permite observarlo; ii) otra sugiere que el electrón es generado por la iluminación al incorporar un fotón a un ente desconocido y; iii) la que sostiene que el electrón es un constructo de pensamiento proyectado al exterior del sujeto cognoscente. Éste no es un asunto menor, pues de haber sido tradicionalmente colocado el instrumento en el plano epistemológico, ahora es considerado tanto en el plano epistemológico como en el ontológico porque, en la mediación sujeto-objeto el instrumento deja de ser un simple amplificador de la capacidad sensorial para convertirse en generador del objeto, dejando de lado la separación cartesiana de sujeto y objeto pues el instrumento coloca al sujeto en el objeto.

Sin embargo, no sucede así en todos los procesos de construcción de conocimiento científico, dado que el papel del instrumento está determinado por la racionalidad de la teoría para la que fue creado o adaptado,

por lo que el instrumento científico puede seguir asumiendo la función amplificadora de la capacidad sensorial, la de verificador de lo enunciado por la teoría en la que fue creado o la de generador del objeto observado.

Investigando la estructura y filiación ontoepistemológica de las teorías científicas, se fueron recopilando materiales en los que se alude al papel diferencial que los instrumentos cumplen en la construcción de conocimiento científico. El papel diferencial de los instrumentos científicos fue detectado al analizar trabajos de historiadores de la ciencia como Alexandre Koyré<sup>1</sup> y filósofos de la ciencia como Gaston Bachelard.<sup>2</sup> Posteriormente, adquirieron especial relevancia los escritos filosóficos de los propios científicos, para precisar las diferencias entre la manera de ser considerados los instrumentos en prácticas científicas realizadas desde diferentes teorías. Por ejemplo, para Albert Einstein<sup>3</sup> lo real existe con independencia de la conciencia y sometido a leyes; las teorías se ocupan en explicar cómo operan esas leyes, por lo que son inaceptables las teorías que proponen su inexistencia y el carácter activo del sujeto en la generación de cambios en el objeto, como proponen Werner Karl Heisenberg<sup>4</sup> y Karl Marx.<sup>5</sup>

Como se puede apreciar, lo real no sólo es “la forma como concebimos el mundo, pues gracias a él pensamos nuestro mundo y nos pensamos en el mundo”, sino la “lente a través de la cual vemos (concebimos) nuestro ser y nuestro mundo [...]”.<sup>8</sup> En la ciencia se investiga desde una teoría científica determinada, dado que los objetos de investigación están dados por la teoría y no con independencia de ella. Cada teoría sustenta una racionalidad que incluye una ontología y una epistemología. Así, el científico estudia un objeto “real” definido así por la racionalidad de su teoría. Es decir, el objeto real es este o aquel objeto –cosa o fenómeno– concreto. El carácter “real” del objeto queda subsumido al objeto considerado real en esa teoría, sin tratarse, de ninguna manera, del objeto real abstracto de la filosofía. De la misma manera que lo real es asumido diferencialmente en los diferentes modos de apropiación –empiría, religión, arte, teoría–, cada teoría científica posee una concepción determinada de lo real que puede coincidir o no con la sustentada por otras teorías.

- 1 Alexandre Koyré, *Estudios galileanos* (México: Siglo XXI, 2005); *Del mundo cerrado al universo infinito* (México: Siglo XXI, 2005); *Estudios de historia del pensamiento científico* (México: Siglo XXI, 2000); *Introducción a la lectura de Platón* (Madrid: Alianza Editorial, 1966); *Pensar la ciencia* (Barcelona: Paidós, 1994).
- 2 Gastón Bachelard, *Epistemología* (Barcelona: Anagrama, 1971); *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (México: Siglo XXI, 2004).
- 3 Albert Einstein, “Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad”, en *Teoría de la relatividad* (Buenos Aires: Esfinge, 2005), 75-98.
- 4 Werner Karl Heisenberg, *Física y filosofía* (Buenos Aires: La isla, 1959).
- 5 Karl Marx, *Introducción general a la crítica de la economía política* (Buenos Aires: Pasado y Presente, 1974 [1857]).
- 6 Cecilia Tovar Hernández, “El significado del concepto de lo real”, *Acta Universitaria*, núm. suplementario (2003), 30-34.

Los resultados obtenidos en la investigación de la que éste escrito es producto fueron los siguientes:

i) Las teorías científicas implican la existencia de determinados objetos de investigación, procedimientos específicos para construir el conocimiento de esos objetos y un conjunto de instrumentos.

ii) Cada teoría supone la existencia de determinados hechos, objetos o fenómenos, es decir, toda teoría científica sustenta una concepción ontológica.

iii) Un suceso es considerado un hecho por ser un constructo del pensamiento que así fue llevado a la razón, sin que necesariamente exista su correlato en lo real. Las pruebas de objetividad, es decir, de verificación de la correspondencia entre lo enunciado y lo real, se realizan de conformidad con la racionalidad de una teoría que puede ser la misma en la que el enunciado se construyó.

iv) Existen por lo menos tres maneras de concebir los instrumentos científicos: a) como mediadores sensoriales neutrales entre la razón y los objetos y reales, b) como ampliadores de la capacidad de los sentidos, y c) como generador de estructuras y comportamientos determinados de lo real.

Si la filiación del científico es aristotélica, la fabricación y el uso de instrumentos se abocan al engrandecimiento de la capacidad sensitiva. Si la filiación es platónica, los instrumentos se diseñan y construyen para generar, percibir, medir o contar contenidos de lo real producidos por la razón, por lo que el instrumento adquiere una función tanto epistemológica como ontológica. De este modo, el experimento científico se vuelve contra la empiria.

## El objeto empírico como objeto de investigación científica

Dice Aristóteles: “La sensibilidad es el órgano primitivo en el cual se da esta potencia. Ella es, pues, idéntica al objeto sentido, bien que su ser sea diferente; porque de otra manera lo que siente sería también una especie de magnitud. Y sin embargo, la esencia de aquello que siente, así como la sensación misma, no es una magnitud; es cierta relación y cierta potencia respecto al objeto sentido”.<sup>7</sup> Si se participa de la concepción aristotélica de

7 Aristóteles, *Acerca del alma* (Buenos Aires: Losada, 2004): 142.

que los objetos empíricos son objetos reales y que éstos son los objetos de investigación de la ciencia, es una prioridad la fabricación y el uso de instrumentos que agranden la capacidad sensitiva, dado que con ello se incrementa la información de los objetos y se facilita crecientemente la construcción de conceptos y categorías. El incremento de la información sensorial de lo particular, facilita la percepción de los universales contenidos en la cosa concreta y el tránsito a la construcción de conceptos. De este modo, el conocimiento científico se diferencia de los otros modos de apropiación de lo real —arte, religión y empiria— por la posesión de una mayor capacidad perceptiva sensorial, producto de la construcción y uso de instrumentos altamente sensibles que permiten el tránsito acelerado a la construcción de universales. Como señala Reynner Franco refiriéndose a planteamientos de John McDowell:

Una idea que parece no requerir de presupuestos extra-epistemológicos para que funcione el argumento que contiene en clave disyuntivista: la pretensión de objetividad de la experiencia no resulta fácilmente anulable y su alcance puede implicar, al menos epistemológicamente, la imposibilidad de negar —de alguna manera— que nuestra percepción acceda de modo directo al mundo.<sup>8</sup>

8 Reynner Franco, “La ansiada apariencia de lo real. Sobre la no anulable pretensión de objetividad de la experiencia epistemológica de McDowell”, *Argos* vol. 30: 58 (2013): 145-159.

Si este pensamiento de inspiración aristotélica de McDowell es llevado hasta sus últimas consecuencias, se podría sostener que la diferenciación entre las formas de la conciencia está dada por las condiciones de realización de la sensación y no por sus criterios de operación, lo cual implicaría el replanteamiento de las condiciones de realización de los modos de apropiación de lo real, ya que el predominio de referentes de uno de ellos determina la forma de la conciencia.

La diferencia entre apropiarse de una flor como objeto decorativo, como fuente de inspiración artística, como expresión de la voluntad divina y como momento en el proceso de formación del fruto desaparecería, pues no sería más que una serie de momentos sucesivos de un proceso único de construc-

ción de universales signado por grados crecientes de capacidad sensorial. Los modos de apropiación de lo real desaparecerían, en tanto que las formas de la conciencia se mantendrían, por tratarse de momentos de su desarrollo que expresarían el grado de captación sensorial alcanzado por el sujeto.

Platón y Aristóteles sólo distinguen dos modos de apropiación de lo real: episteme y doxa, que implican la existencia de dos formas de conciencia: una, aquellas que proceden racionalmente y otra, las que lo hacen de manera práctico-utilitaria. Modos de apropiación de lo real es una categoría gnoseológica que expresa la existencia de cuatro maneras de conocer, es decir, de llevar lo real a la conciencia: el modo empírico, el mágico-religioso, el artístico y el teórico. Lo que los hace diferentes es el modo de construir conocimiento y no el contenido de verdad del conocimiento construido.

Cada uno de estos modos de apropiación se realiza bajo criterios diferentes: en el empírico, la utilidad práctica de los objetos; en el mágico-religioso, el carácter creacional y funcional de lo real por fuerzas ajenas ininteligibles a la razón humana; en el artístico, la creación original de objetos capaces de desatar emociones diferenciales en los sujetos que se relacionan con ellos y; en el teórico, la generación de conocimiento por medio de la razón.

La apropiación de lo real se realiza por medio de referentes adscritos a los modos de apropiación y la conciencia individual se constituye con referentes provenientes de diversos modos de apropiación de lo real. El predominio cualitativo o cuantitativo de referentes de un modo de apropiación en una conciencia determina la forma de operar de ésta, por lo que, a pesar de la presencia de referentes de diferentes modos de apropiación de lo real, la conciencia individual opera de conformidad con la lógica de uno de esos modos de apropiación, subordinando los referentes pertenecientes a otros.

Cuando son traducibles a los criterios del modo de apropiación con el que opera una conciencia individual, los referentes de otros modos de apropiación son incorporados y activados de conformidad con esos criterios y, cuando no es así, son simplemente almacenados hasta que su número es muy elevado y arriba un referente cualitativamente capaz de hacerles reconocer su lógica que es diferente a la del modo de apropiación que ha estado

predominando en esa conciencia. En estos casos puede generarse un cambio de forma de conciencia, transitando al predominio del modo de apropiación cuya lógica recientemente fue reconocida.

El predominio de referentes de un modo de apropiación torna inconmensurables las formas de conciencia; la existencia de diferentes referentes en cada modo de apropiación de lo real puede conducir a la constitución de conciencias individuales estructuralmente heterogéneas, llevando al interior de cada forma de conciencia la inconmensurabilidad existente entre las diferentes formas. En cada modo de apropiación existen referentes pertenecientes a concepciones diferentes de lo real. Por ejemplo, en el modo religioso hay cristianos, judíos, musulmanes, budistas, etc.; en el modo teórico hay idealistas, materialistas, etc. La manera de apropiarse lo real puede ser la misma, es decir, mágico-religiosa o teórica, pero en andamiaje ontognoseológico con el que se realiza es diferente.

Por otra parte, dado que los criterios de apropiación son diferentes entre los distintos modos, estos resultan igualmente variados, de ahí la estructura necesariamente contradictoria de la conciencia y la posibilidad de transitar de la forma empírica a alguna de las formas superiores o de una de éstas a otra. Al final de cuentas, es mayor la determinación ejercida por los contenidos de la conciencia que la proveniente del objeto sentido, lo cual incide fuertemente en la función gnoseológica de los instrumentos científicos.

En términos originarios, todas las conciencias individuales operan bajo la forma empírica y la inmensa mayoría se mantienen ahí, pero algunas transitan a la forma mágico-religiosa, a la artística o a la teórica. Ese tránsito se da de manera directa de la forma empírica a alguna de estas tres sin mediación alguna. Cada forma de conciencia se constituye y opera bajo condiciones exclusivas y, el tránsito de una conciencia individual de una forma de conciencia a otra se realiza por la acumulación en ella de referentes del modo de apropiación que hegemoniza la forma de conciencia a la que se transita. En algunas ocasiones la conciencia individual transita de una a otra de las formas religiosa, artística y teórica sin que se observe una secuencialidad

entre ellas ni el regreso a la forma empírica, una vez que la conciencia ha alcanzado alguna de las otras tres.

El grado de percepción sensorial como definitorio de la forma de conciencia, requeriría de una jerarquización de los cuatro modos de apropiación y la operación de todas las formas de conciencia con la misma lógica, es decir, con una racionalidad creciente que tendría como punto de llegada la forma teorizante de la conciencia. Cada nivel de percepción sensorial implicaría un grado de capacidad de universalización de los particulares –aristotélicos– y la individualización de la forma de conciencia se reduciría a diferencias en cuanto a los referentes articulados en ella. Aplicado a la forma teorizante, se asistiría a la existencia exclusiva de una sola racionalidad científica, el tránsito de una forma de la conciencia a otra superior sería por incremento de la capacidad sensorial producto de la acumulación progresiva de referentes y el conocimiento científico sería acumulativo y progresivo.

Pero esto no es así. El proceso de construcción de categorías y conceptos se realiza completamente en el interior de la ciencia y de la filosofía, es decir, dentro del modo teórico de apropiación de lo real y no escalando por diferentes modos de apropiación o por formas de conciencia, de ahí que el tránsito aristotélico de lo particular a lo general se realice en la episteme sin transitar primero por la doxa.

Predomina la certeza inmediata de que los instrumentos científicos median entre sujeto y objeto y poseen un carácter neutral e independiente de las teorías concretas. En realidad, los instrumentos son una prolongación de la sensibilidad del sujeto hacia el objeto y no del objeto hacia el sujeto, basada en supuestos ontoepistemológicos establecidos por la teoría científica en la que el instrumento fue diseñado. La idea de neutralidad del instrumento científico es producto de la observación del uso del mismo instrumento en diferentes objetos de investigación, lo cual se debe a que los objetos de investigación para los que se utiliza, pertenecen a teorías científicas que participen de semejante filiación filosófica, es decir, que varios de sus componentes conceptuales y categoriales pertenecen a la misma racionalidad teórica.

- 9 Einstein, "Sobre la teoría", 84.  
 10 Einstein, "Sobre la teoría", 97.  
 11 Einstein, "Sobre la teoría", 97-98.

También predomina la concepción absolutista de que los objetos existen en el tiempo y en el espacio con independencia de la conciencia y que los instrumentos científicos son utilizados para la observación y medición de esos objetos. Pero el problema se complica si se introduce la perspectiva relativista pues en Einstein el tiempo y el espacio absolutos desaparecen y ocupan su lugar los objetos. Cada sistema físico de referencia posee su propio tiempo,<sup>9</sup> los instrumentos de medición están influidos por los campos gravitatorios —distribución de la materia—<sup>10</sup> y la distribución de materia en el universo no es uniforme, lo cual lo hace cuasiesférico y finito.<sup>11</sup> El tiempo y el espacio en Einstein son tiempo-espacio, es decir, un tiempo del lugar aristotélico realmente existente que es afectado por el movimiento, convirtiendo el lugar ontológico aristotélico en sistema gnoseológico. En esta concepción tiempo y espacio están en los objetos y no los objetos en el tiempo y en el espacio.

Algo semejante a lo planteado por Einstein para sistemas físicos sucede en la teoría social de Marx. Las formaciones económico-sociales concretas condensan tiempo y espacio en sí, con independencia de las condensaciones realizadas por otras formaciones económico-sociales. En el mismo tiempo cronométrico, diferentes formaciones económico-sociales viven procesos semejantes a los vividos por otras sociedades en otro tiempo y espacio. Cuando los españoles llegaron a América, las civilizaciones más avanzadas existentes en el continente asumían la formación económico-social tributaria, en tanto la sociedad hispana transitaba al modo capitalista de producción en su etapa mercantil, conjuntamente con Gran Bretaña, Portugal, Francia y los Países Bajos. En todos los continentes del mundo existían y existen formaciones económico-sociales que los países capitalistas más avanzados asumieron en el pasado y que en el mismo tiempo cronométrico viven temporalidades cualitativamente diferentes.

Así, el tiempo universal es considerado como formalidad cronométrica aceptada con fines prácticos, pero insostenible, científicamente, por lo menos desde una racionalidad de inspiración aristotélica. El reloj es un instrumento que mide el tiempo, pero en el pensamiento ordinario el reloj es

concebido como encarnación del tiempo absoluto que vale para todo lugar, haciendo caso omiso incluso de la diferenciación de la hora en el mismo instante, pero en distintos lugares del planeta y del sentido de esta medición colocado en otro planeta o en otro sitio del universo distintos a la Tierra y al sistema solar. De existir el tiempo prescindiría de la existencia del instrumento que lo mide como sucede con las cosas: un humano no existe porque tiene un peso y una estatura determinadas, sino que tiene un peso y una estatura determinadas porque existe y puede seguir existiendo sin haber sido medido ni pesado jamás.

En Einstein y en Marx el tiempo y el espacio son cualidades de los objetos. El tiempo es el ritmo y la cadencia con la que los objetos devienen, cambian y dejan de existir como tales. Se trata del movimiento en el espacio interior del objeto y no de un desplazamiento del objeto en un espacio absoluto newtoniano. El espacio es el lugar que el objeto ocupa, por lo que el objeto es el generador de espacio y no el ocupante de un sitio en un espacio absoluto e infinito. Por supuesto que el tiempo y el espacio del objeto pueden ser medidos pero de manera convencional y en relación consigo mismos en el sistema físico que constituyen.

## El objeto de investigación como constructo de la razón

Si se realiza investigación científica desde la postura epistemológica que considera que los objetos de investigación de la ciencia son constructo de la razón, el instrumento adquiere una función diferente a la desempeñada en la investigación realizada desde la concepción que supone que los objetos empíricos son esos objetos de investigación. El diseño de experimentos en la pureza de la idea y realizados empíricamente después, conlleva también el diseño y construcción de instrumentos que permitan percibir, medir o contar contenidos de la razón y no contenidos de objetos empíricos que es en los que habita la experiencia. “Los instrumentos que la mente humana posee para medir los movimientos celestes demuestran que no es el movimiento el que mide a la mente, sino que es la mente la que mide el movimiento”,<sup>12</sup>

12 Nicolás de Cusa, *Diálogos del idiota* (Navarra: EUNSA, 2008): 105-106.

ya que toda teoría científica implica la existencia de hechos que suponen determinados objetos de investigación, el uso de procedimientos específicos para construir el conocimiento de esos hechos-objeto y un conjunto de instrumentos para ser empleados en la investigación.

Para el sujeto constructor de conocimiento científico, la teoría es un andamiaje categórico-conceptual que mantiene una relación de identidad con lo real. Como la práctica investigadora científica se realiza en el interior de una teoría, el científico asume los contenidos de esa teoría como inherentes a los objetos y considera que “ninguna teoría concuerda nunca con todos los hechos conocidos de su dominio”, debido a limitaciones de los experimentos y a la imprecisión y falta de fiabilidad de las mediciones.<sup>13</sup> De esta manera, los instrumentos cumplen fundamentalmente la función de medir —la medida se alza como el componente básico en la construcción de conocimiento— y las mediciones son las que van haciendo concordar los hechos con la teoría, aunque la medida no forme parte ontológicamente hablando del objeto del cual presume expresar su conocimiento.

El objeto de investigación está en la teoría y la teoría está en la conciencia; la medida está en la conciencia y no en el objeto, aunque se alegue que pertenece a él, independientemente de que se trate de un objeto empírico convertido en objeto de investigación —lo cual lo convierte en constructo de la razón— o de un constructo de la razón convertido en objeto en un experimento. El montaje de un experimento conlleva el problema de traducibilidad de un constructo teórico de pensamiento al plano ontológico experiencial, con los respectivos problemas de determinación de correspondencia entre ellos.

Así también sucede con los hechos. Toda teoría científica implica la existencia de un conjunto de hechos determinados, pero estos hechos son generados por la teoría o por un proceso tecnológico de experimentación formulado desde una teoría. Un suceso es considerado un hecho por tratarse de un constructo de pensamiento que así fue llevado a la razón, sin que esto signifique que realmente existe como tal, como hecho, más allá del sistema de investigación en el que es considerado.

13 Paul Feyerabend, *Tratado contra el método* (Madrid: Tecnos, 2000): 38.

El diseño de instrumentos científicos no es acumulativo ni progresivo de manera absoluta. Dicho de otra manera, los instrumentos científicos diseñados en teorías de inspiración platónica, no necesariamente son útiles para realizar observaciones desde teorías de inspiración aristotélica o kantiana, por lo que el progreso o la acumulación sólo pueden ser considerados dentro de la misma cadena filosófica de filiación conceptual o categorial de las teorías. Se avanza en el refinamiento del instrumento logrando mayor precisión o creando instrumentos para medir características de los objetos antes no consideradas. Dice Thomas Samuel Kuhn:

En tanto los instrumentos que proporciona un paradigma continúan mostrándose capaces de resolver los problemas que define, la ciencia tiene un movimiento más rápido y una penetración más profunda por medio del empleo confiado de esos instrumentos. La razón es clara. Lo mismo en la manufactura que en la ciencia, el volver a diseñar herramientas es una extravagancia reservada para las ocasiones en que sea absolutamente necesario hacerlo. El significado de las crisis es la indicación que proporcionan de que ha llegado la ocasión para rediseñar las herramientas.<sup>14</sup>

14 Thomas Samuel Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (México: FCE, 1986): 127.

Las primeras etapas del proceso de paradigmización de una teoría están signadas por una enorme cantidad de enigmas por resolver, objetos por conocer, relaciones por establecer, instrumentos por diseñar y procedimientos por determinar. La teoría en proceso de paradigmización va diseñando procedimientos, pruebas, instrumentos, sistemas, etcétera que van siendo asumidos por una comunidad epistémica como condición única de objetividad y de racionalidad científica. El nuevo paradigma implica una nueva concepción de lo real que reclama ser investigada de una manera distinta a como se había investigado.

Guiados por un nuevo paradigma, los científicos adoptan nuevos instrumentos y buscan en lugares nuevos. Lo que es todavía más importante,

durante las revoluciones los científicos ven cosas nuevas y diferentes al mirar con instrumentos conocidos y en lugares en los que habían buscado antes. Es algo así como si la comunidad profesional fuera transportada repentinamente a otro planeta, donde los objetos familiares se ven bajo una luz diferente y, además, se les unen otros objetos desconocidos.<sup>15</sup>

El diseño de pruebas implica la creación de instrumentos *ad hoc*. Todo proceso de paradigmización de una teoría va acompañado del diseño de pruebas e instrumentos acordes con la concepción ontológica y epistemológica implicada en la nueva teoría. Inicialmente, los científicos conversos toman los instrumentos que les son útiles de la teoría derrotada —cuando la ruptura teórica no implica migrar a una racionalidad teórica incompatible con la teoría de origen— y perfeccionan otros de teorías abandonadas que pueden ser adaptados fácilmente a los nuevos usos, pero es durante las etapas de crisis de la teoría cuando mayormente se dedican los científicos a diseñar nuevos instrumentos o a perfeccionar los existentes, porque suponen que las discrepancias de los indicadores son producto de observaciones o mediciones defectuosas.

Cada teoría diseña o adapta los instrumentos que requiere para construir conocimiento. Si el instrumento es creado desde una teoría específica, ese instrumento es útil para percibir lo que la teoría que lo creó busca, por lo que un instrumento es ciego y sordo cuando es usado en una teoría ajena a aquella con la que el instrumento fue creado.

La mecánica clásica diseñó sus instrumentos y dada su longevidad histórica como teoría paradigmática, instaló su concepción del mundo no sólo como la predominante entre las diferentes teorías científicas, sino que rebasó el modo teórico de apropiación de lo real y se incorporó a conciencias que operan bajo el predominio de otros modos de apropiación de lo real como son las formas de conciencia religiosa, empírica y artística. A ello se debe que, a pesar de que la racionalidad aristotélica colindante con el llamado “sentido común” —por considerar la sensación como punto de partida del proceso cognitivo— haya perdido su sitio y éste lo haya ocupado la

racionalidad newtoniana, haciendo parecer extraño que alguien piense al espacio y al tiempo en la cosa cuando “evidentemente” las cosas están en el espacio y en el tiempo, lo cual conlleva un nivel muy elevado de abstracción, ajeno a la forma empírica de conciencia.

En la mecánica clásica los instrumentos participan en la generación de conocimiento midiendo los objetos de investigación contruidos por la teoría. El sujeto usa el instrumento para construir la estructura matemática del objeto sin alterarlo, dado que la medición conduce al conocimiento de la cosa por medio de lo que ella no es: su medida, pero que permite transitar al conocimiento de su verdad: su estructura matemática. Dado que los objetos empíricos no son verdaderos debido a su carácter finito y múltiple, la idea es lo verdadero si ésta asume la forma epistémica de concepto matemáticamente expresado. Esto se debe a que en el pensamiento platónico los sentidos no son aptos para percibir lo real concebido como verdadero, dado que están diseñados para percibir lo exterior como objetos finitos materiales, cuando se trata de constructos matemáticos.

La medición no es un fin cognitivo en sí mismo sino un medio para construir la estructura matemática de lo verdadero. Lo real es ideal, perfecto y absoluto pero los sentidos están impedidos para percibirlo, de ahí que no encuentren las figuras geométricas perfectas con las que están formados los objetos empíricos; sólo la razón puede captar lo real en los objetos empíricos. Como dice Koyré: “La física de Galileo explica lo que es a partir de lo que no es. Descartes y Newton van más lejos: sus físicas explican lo que es a partir de lo que no puede ser; explican lo real a partir de lo imposible”.<sup>16</sup>

La matematización de lo real se incorporó de tal modo a las ciencias sociales que se ha llegado al extremo de que hoy día, los trabajos que no son presentados con tratamientos matemáticos son considerados de escaso valor científico. En cambio, Max Weber recupera el planteamiento platónico de una manera diferente: propone para la investigación social la construcción de “tipos ideales” considerando imposible su correspondencia total con el objeto. Considera al tipo ideal como “...una construcción mental para la medición y la caracterización sistemática de relaciones individuales, esto es,

16 Alexander Koyré. *Estudios galileanos* (México: Siglo XXI, 2005): 263.

17 Max Weber. *Sobre la teoría de las ciencias sociales* (Buenos Aires: Futura, 1976): p. 74.

18 August Comte, *Discurso sobre el espíritu positivo* (Barcelona: Folio, 2002).

significativas por su singularidad, tales como el cristianismo, el capitalismo, etc.”.<sup>17</sup> Por otra parte, August Comte propone tratar lo social del mismo modo que lo hace la Física —aunque asumiendo una racionalidad aristotélica— limitando la cognición a lo observado, lo cual suprime el derecho a suponer el pasado o el futuro del fenómeno.<sup>18</sup>

A diferencia de la mecánica newtoniana que supone conocer los objetos sin generar en ellos alteración alguna, la mecánica cuántica sostiene que es imposible separar el comportamiento de los objetos subatómicos de su interacción con los instrumentos que sirven para definir las condiciones bajo las cuales se manifiestan estos fenómenos. Surge aquí el problema del origen y función de los instrumentos utilizados por la mecánica cuántica, dado que pudiera pensarse que se trata de instrumentos creados en racionalidades diferentes a la suya, es decir, en y para la mecánica clásica o en y para la mecánica relativa, y que a ello se deba que, usados en la mecánica cuántica hablen y oigan por el sujeto. De ser así, el desafío de la cuántica sería el de diseñar sus propios instrumentos, los cuales mostrarían la inexistencia de regularidades en el comportamiento de los entes microfísicos.

En realidad, la mecánica cuántica es una teoría de los instrumentos aplicados a lo real y no una teoría de lo real despojada de instrumentos. Como teoría de los instrumentos se enfrenta el problema de leer otras racionalidades teóricas asumiendo una de ellas, lo cual agudiza el problema de la subjetividad interpretativa.

Los instrumentos científicos están asociados a la idea de medición. La medida tomó carta de naturalización en la ciencia. Es usada tanto en teorías de inspiración platónica, de cuya racionalidad proviene, como en teorías de inspiración aristotélica y sigue siendo un medio para que la inteligencia construya conocimiento científico. La asociación de la cuantificación con este último ha invadido la conciencia social de modo tal, que todo escrito para ser considerado científico debe estar dotado de una buena cantidad de cifras, cuadros, números, etc. Sin embargo, la magnitud es ajena al objeto; no forma parte del objeto ni de su conocimiento y, a pesar de ello, predomina el supuesto de que el conocimiento se vuelve objetivo en la medida

en que se generan magnitudes instrumentalmente observables. La medición es simplemente un indicador, es decir, una señal, un medio para construir abstracciones del objeto cuando lo real es concebido platónicamente como estructuras matemáticas o como medio aristotélico de representación de estructuras o relaciones.

El instrumento es en realidad parte de una teoría: “[...] y ha de comprenderse que el microscopio es una prolongación del espíritu más que del ojo”.<sup>19</sup> Al respecto afirma Kuhn: “En resumen, de manera consciente o no, la decisión de emplear determinado aparato y de usarlo de un modo particular, lleva consigo una suposición de que sólo se presentarán ciertos tipos de circunstancias. Hay expectativas tanto instrumentales como teóricas, y con frecuencia han desempeñado un papel decisivo en el desarrollo científico”.<sup>20</sup>

Si el instrumento forma parte de la teoría o está implicado en ella, se puede proponer la existencia de una relación viciada entre corpus teórico, instrumentos y pruebas. Las interpretaciones se construyen con base en la concepción ontoepistemológica del corpus teórico asumido; los datos resultaron de la aplicación de instrumentos de investigación contruidos con base en la misma concepción; el diseño de pruebas y la interpretación de los resultados, también. Dice Karl Popper:

La pregunta epistemológica adecuada no se refiere a las fuentes; más bien, preguntamos si la afirmación hecha es verdadera, es decir, si concuerda con los hechos. (La obra de Alfred Tarski demuestra que podemos operar con la idea de verdad objetiva, en el sentido de correspondencia con los hechos, sin caer en antinomias). Tratamos de determinar esto, en la medida en que podemos, examinando o sometiendo a prueba la afirmación misma, sea de una manera directa, sea examinando o sometiendo a prueba sus consecuencias.<sup>21</sup>

El problema que surge es el consistente en que, hasta los experimentos de laboratorio no son más que observaciones, altamente sistematizadas, en ocasiones, pero observaciones al fin. El experimento es montado con

19 Bachelard, *La formación*, 285.

20 Kuhn, *La estructura*, 103.

21 Karl R. Popper, *Conjeturas y refutaciones* (Barcelona: Paidós, 1983): 51.

base en el *corpus* de una teoría y todo lo que ontológicamente sucede en el experimento es apropiado por el sujeto por una mediación referencial de la conciencia. Dicho de otro modo, en el experimento se dan procesos reales producto de una intencionalidad humana; sin embargo, la apropiación de lo sucedido se da en la conciencia sin que necesariamente exista una relación de correspondencia entre lo dado-dándose del experimento y lo apropiado del mismo. Se trata del tránsito del plano ontológico al plano epistemológico que no necesariamente se realiza en la inmediatez y en la correspondencia necesaria.

Sin embargo, habrá que tomar en cuenta que una concepción ontoepistemológica determinada, hace percibir comportamientos, contenidos y formas de lo real que otros *corpus* no permiten, aunque esa captación lo sea a la manera que el *corpus* lo establece, más allá del asunto de su correspondencia o no con lo real. El problema es que los objetos reales acaban predeterminados por el *corpus*, es decir, para cada *corpus* existen determinados objetos reales que son de una determinada manera. Pareciera entonces que estamos ante múltiples realidades coexistentes en dimensiones diferenciales, tantas como teorías incompatibles entre sí se construyan.

Cuando en ciencias sociales se realiza una investigación de campo levantando encuestas, haciendo entrevistas o aplicando cuestionarios, la estructura del instrumento expresa los supuestos ontológicos de la teoría asumida por su diseñador así como la teleología de éste. Los resultados de la investigación de campo sirven para verificar la teoría en la que los instrumentos fueron diseñados y el tratamiento matemático de los datos recabados sirve de respaldo al grado de generalización establecido en las interpretaciones.

Los *corpus* teóricos son expresados en un lenguaje y la formación de investigadores se realiza por medio del aprendizaje de ese lenguaje. El lenguaje común constituye comunidades epistémicas, es decir, grupos de científicos que se comunican por medio de él y que impide la intromisión de profanos. La adopción de un lenguaje científico conlleva la adopción de una racionalidad teórica. Como afirma Paul Feyerabend:

Siento mucha simpatía por el punto de vista formulado de manera clara y elegante por Whorff (y anticipado por Bacon), que sostiene que los lenguajes, y los tipos de reacción que implican, no son meros instrumentos para describir eventos (hechos, estado de cosas), sino que también son conformadores de eventos (hechos, estados de cosas); dicho punto de vista afirma además que la ‘gramática’ de los lenguajes contiene una cosmología, una concepción comprehensiva del mundo, de la sociedad y de la situación humana que influye sobre el pensamiento, el comportamiento y la percepción.<sup>22</sup>

22 Feyerabend, *Tratado*, 214.

## La generación de lo real por el instrumento

Einstein no sólo no pudo aceptar jamás el principio de incertidumbre de Heisenberg, sino que dedicó buena parte de su vida a combatirlo, convirtiéndose en un buen ejemplo de la enorme resistencia de los científicos a abandonar una teoría, como lo plantea Khun, a pesar de que el propio Einstein acababa de poner en crisis a la primera teoría paradigmática de la historia: la mecánica newtoniana. Kuhn lo dice de esta manera:

En el desarrollo de cualquier ciencia, habitualmente se cree que el primer paradigma aceptado explica muy bien la mayor parte de las observaciones y experimentos a que pueden con facilidad tener acceso todos los que practican dicha ciencia. Por consiguiente, un desarrollo ulterior exige, normalmente, la construcción de un equipo complejo, el desarrollo de un vocabulario esotérico y de habilidades, y un refinamiento de los conceptos que se parecen cada vez menos a sus prototipos usuales determinados por el sentido común. Por una parte, esta profesionalización conduce a una inmensa limitación de la visión de los científicos y a una resistencia considerable al cambio del paradigma. La ciencia se hace así cada vez más rígida.<sup>23</sup>

23 Thomas Samuel Kuhn. *La estructura de las revoluciones científicas* (México: FCE, 1986): 110.

Entre mayor es la especialización investigativa, menor es la posibilidad de pensar problemas no considerados por el paradigma. La especialización se expresa en el desarrollo de un lenguaje técnico-profesional usado exclusivamente por comunidades científicas muy reducidas.

Su indiscutible genialidad no le alcanzó a Einstein para percibir la existencia de diferentes racionalidades en la ciencia y las implicaciones ontoepistemológicas que conlleva asumir una teoría determinada. Fueron en vano los esfuerzos argumentativos de Niels Bohr en los que claramente plantea la distancia entre teorías y el efecto que produce la aplicación de los criterios de una teoría en la valoración de la objetividad y la completitud de otra teoría. Rafael Arrillaga Torrens lo plantea así:

Bohr se refirió a la discrepancia entre la descripción clásica y la descripción cuántica de los fenómenos físicos y también 'a la tan discutida cuestión de la naturaleza de la luz'. Se preguntó si en esta ocasión, como en ocasiones conflictivas anteriores, estos conflictos se resolverían apelando a un principio más general que superara las diferencias. Señaló que ahora es imposible separar el comportamiento subatómico de su interacción con los instrumentos empleados en su estudio.<sup>24</sup>

24 Rafael Arrillaga Torrens, *La naturaleza del conocer* (Buenos Aires: Paidós, 1987): 171.

Sencillamente, la realidad como aparece en la teoría de la relatividad de Einstein es diferente a como aparece en la mecánica cuántica y en la teoría newtoniana, dado que se trata de concepciones ontológicas diferentes. Con respecto de la mecánica cuántica, a Einstein le resulta inaceptable una teoría que formula la inexistencia de leyes y el carácter activo del conocimiento, en términos de que las acciones del sujeto cognoscente generan cambios existenciales en el objeto de conocimiento, como Heisenberg<sup>25</sup> proponía y como Marx 50 años antes que ellos lo había planteado.

Conviene aclarar que la mecánica cuántica no propone una explicación en la que se considere la activación direccional e intencional del objeto por el sujeto en el acto observacional como sucede con Marx, sino la relación activadora del instrumento en el objeto y la multiplicidad de observaciones

25 Werner K. Heisenberg, "Encuentros y conversaciones con Albert Einstein", *La revolución einsteiniana de 1905*, editado por Olga L. Hernández Chávez, Mario Pacheco Quintanilla, Moisés Santillán Zerón y Héctor J. Uriarte Rivera (México: Instituto Politécnico Nacional, 2005): 46.

posibles entre observadores participantes, que con anterioridad el propio Einstein había planteado ya en la teoría de la relatividad.

En la teoría de Marx, el sujeto cognoscente forma parte del objeto de conocimiento y el proceso de cognición puede potenciar direccionalmente el desenvolvimiento del objeto, dado que el conocimiento implica la toma de conciencia del objeto que se reconoce como sujeto histórico-social de un proyecto. Se trata del reconocimiento del valor histórico de la utopía y de su uso político dado que, “hay presente, pasado y futuro para un ente histórico que recibe su ser del pasado y lo modifica hacia el futuro; el futuro es un instante por venir y aún no aquí, sino que es el ser venidero del hombre que se fragua en el presente sobre la determinación del pasado”.<sup>26</sup>

El conocimiento es usado para activar o crear fuerzas que conduzcan al estado preestablecido por la conciencia del sujeto, concebido como condensación de una voluntad colectiva. Así, “la práctica constituye una incorporación del futuro, no como producción sino como *potenciación de lo posible*. La potencialidad alude a la práctica, mientras que lo posible se relaciona con una captación de lo real”,<sup>27</sup> fundiendo así el plano epistemológico con el empírico, al sujeto con el objeto, el pasado con el futuro. La epistemología marxista propone la construcción de conocimiento social para la potenciación intencional de lo real, porque el sujeto cognoscente es objeto de conocimiento y su práctica teórica puede ser convertida en guía para su práctica política transformadora de las estructuras sociales, hacia un futuro preestablecido por la teoría revolucionaria.

La objeción de Einstein está colocada en el plano metodológico por tratarse de la incertidumbre causada por la indeterminación de las fuerzas actantes en los procesos, que sería superada más tarde con la afinación de los instrumentos de observación y medición. La actitud de Einstein es la adoptada regularmente por los científicos: la teoría es correcta; la discordancia entre lo observado y lo enunciado por la teoría se debe a errores interpretativos de lo observado, a cuestiones de incapacidad o imprecisión de los instrumentos o a errores cometidos en el experimento. De este modo, la incertidumbre está referida a la veracidad de lo observado y no al comportamiento de lo

26 Juan Garzón Bates, Carlos  
Marx: Ontología y revolución (México: Grijalbo, 1974): 219.

27 Hugo Zemelman Merino, *Uso crítico de la teoría* (México: El Colegio de México, 1987): 27.

real. Einstein estaba convencido de que la mecánica cuántica no era más que un eslabón, necesario posiblemente, en la cadena que va a la construcción de una teoría más precisa que resolverá el problema, por lo que, desde esta lógica, el principio de indeterminación no suprime la causalidad sino que, simplemente, propone que en el micromundo la incertidumbre de los datos no permite el cálculo de estadios sucesivos.

De tratarse de un problema de refinamiento de los instrumentos de medición, la propuesta anterior conlleva el problema de que, el proceso de perfeccionamiento de los instrumentos tiene la duración que la teoría o las teorías que suponen medible determinada característica de lo real, es considerada vigente por la comunidad científica que la sustenta. Cuando una teoría entra en crisis se intensifica la búsqueda de perfeccionamiento de los instrumentos, dado que se parte del carácter verdadero de la teoría y del carácter imperfecto de los instrumentos pero, una vez que emerge una nueva teoría que apunta a convertirse en paradigmática, los esfuerzos se orientan al diseño de los instrumentos requeridos por ella, sin que esto implique el abandono total de la teoría anterior por los científicos.

Por ejemplo, las básculas se usan porque siguen vigentes teorías que suponen la existencia de peso en los objetos reales. Pero la báscula no mide el número de granos de energía contenidos en el cuerpo que es pesado en ella, por lo que, si sólo la teoría cuántica estuviese vigente y fuese asumida por la sociedad en la vida cotidiana, como ha sucedido con la teoría newtoniana, podrían desaparecer las básculas y en su lugar se usarían los “quantímetros”. Por ejemplo, en una teoría que concibiera a la materia como espectro generado por el entrecruzamiento de cuerdas de energía, no tendrían sentido las básculas ni los “quantímetros”.

Efectivamente, el planteamiento de la afectación del objeto por el sujeto no es exclusivo de la mecánica cuántica,<sup>28</sup> ni fue originariamente formulado por ella. En ciencias sociales se sabe que el psicólogo altera al paciente, que la presencia de un antropólogo en una comunidad modifica las conductas de sus miembros, que el análisis de un hecho histórico está repleto de las concepciones del historiador, etcétera. Quizá lo que más influyó en el recha-

28 Alberto Clemente de la Torre, *Física cuántica para filósofos* (México: FCE, 2000): 58.

zo de Einstein a la mecánica cuántica fue que, en el aspecto metodológico la cuántica está más cerca de las ciencias sociales que de la física clásica.

Louis Althusser, dominado por el espíritu metodológico newtoniano dominante en su época, trata de reconciliar el planteamiento de Marx con la concepción hegemónica y propone que su afirmación de que la relación de conocimiento modifica al objeto, es válida en el sentido de que el objeto que se transforma no es el objeto real sino el objeto de pensamiento en su tránsito por diferentes niveles de cognición.<sup>29</sup> De ser esto cierto, la afirmación de Marx parecería una perogrullada, pues es de sobra conocido que, en la filiación filosófica aristotélica está claramente establecido el tránsito de la sensación al concepto en el camino de lo particular a lo universal. Evidentemente, la afirmación de Marx no es sólo de carácter epistemológico sino que tiene alcances ontológicos, dado que se trata de una cognición de lo social para transformarlo, no para contemplarlo.

La alteración óptica del objeto es fácilmente percibida en la investigación científica: los sujetos alteran su conducta cuando se saben observados; los experimentos en laboratorio son realizados por los sujetos para observar determinados procesos; las partículas subatómicas son alteradas para ser observadas. Si a esto agregamos que el aparato mental con el que se procesa lo observado está completamente en el sujeto y que lo observado es constructo de la conciencia, lo real acaba siendo como es procesado por el sujeto en la cognición. Sin embargo, plantear esto en el interior de la “ciencia reina”, la Física, como Heisenberg lo hizo, era desafiar el orden epistemológico establecido.

La observación del mundo subatómico puso en evidencia el problema: el instrumento usado para la observación perturba lo observado. El electrón que se observa es el electrón iluminado, por ello, lo observado es un electrón alterado por su observador o, más bien, creado por el observador sirviéndose de instrumentos científicos. Si el sujeto desea observar un electrón, necesariamente tendrá que producirlo. Uno es el ente no observado y otro el electrón observado. Del ente no observado nada se puede decir dado que no se le conoce y, lo que se diga del electrón observado, es producto de la

29 Louis Althusser, *La filosofía como arma de la revolución* (México: Siglo XXI, 1999): 78; Louis Althusser, *Posiciones* (Barcelona: Anagrama, 1977): 156-157.

alteración introducida en el ente por el observador. Así, lo que se diga del electrón observado, lleva ontológicamente implicada la perturbación introducida por el observador y epistemológicamente la construcción intelectiva de lo observado, por lo que la acción del sujeto en el objeto no se reduce al plano epistémico con modificaciones del objeto pensado, sino que se da en el plano de lo real externo al sujeto y en el plano de la cognición.

Refiriéndose a Bohr y a Heisenberg dice Erwin Schrödinger: “Lo que quieren decir ellos es que el objeto no tiene una existencia independiente del sujeto que observa. Quieren decir que los recientes descubrimientos en física han puesto de relieve la misteriosa barrera entre *sujeto* y *objeto* y, en consecuencia, se ha visto que ésta no resulta ser una barrera del todo definida”.<sup>30</sup> El bloque de pensamiento del científico es el constructor de las observaciones y su intérprete, de ahí que lo real finalmente sea un constructo de la conciencia y no un ente existente con independencia de ella. La razón ve por los ojos y no con ellos. Dice Platón:

Cansado de examinar todas las cosas, creí que debía estar prevenido [...] Algo de esto pasó en mi espíritu, y temí perder los ojos del alma si miraba los objetos con los ojos del cuerpo, y si me servía de mis sentidos para tocarlos y conocerlos. Me convencí de que debía recurrir a la razón, y buscar en ella la verdad de todas las cosas.<sup>31</sup>

La preparación misma de la perturbación del objeto para observarlo está establecida apriorísticamente en la razón y no sólo la interpretación de lo observado, pues es desde una teoría explícita o implícita que los experimentos son diseñados y que lo observado es interpretado. La iluminación de una partícula subatómica no es una interacción entre un ente micro y otro macrofísico —instrumento—, sino una transformación del ente a electrón, más allá de que la introducción del fotón en el ente se dé por medio de un instrumento.

Lo que se observa es un electrón construido por el observador para observarlo. Del estado anterior del ente que al iluminarse se convierte en

30 Erwin Schrödinger, *Ciencia y humanismo* (Barcelona: Tusquets, 2009): 64.

31 Platón, “Fedón o del Alma”, en *Diálogos* (México: Porrúa, 2009): 586.

electrón nada se puede decir, dado que sólo se sabe de él lo observado a partir del momento en el que ontológicamente se le considera electrón, y esto sucede hasta que es producido por la iluminación. Esto significa que el experimento genera la propiedad resultante y no la preexistente en el sistema, aunque toda teoría científica implique presupuestos existenciales ontológicos de lo no observado en la estructura de su racionalidad. Como dice Bárbara Lovett Cline, “los efectos de la observación son inseparables del acontecimiento observado. No es posible ni entender el desarrollo casual exacto, ni predecir el término exacto”.<sup>32</sup> Cline sostiene:

Cuando son éstos los objetos [objetos bastante grandes y cambios considerables de energía], el científico consigue seguir la pista a los cambios de naturaleza que él provoca, merced a la observación. Usa luz para observar y cuando la aplica a la observación de un planeta, a un mosquito o hasta a una célula viva, no tiene que preocuparse por las colisiones de los fotones. Es fácil ver cómo nos creamos la ilusión de que siempre habría de ser posible controlar los efectos de nuestra observación. Esa ilusión se ha acabado.<sup>33</sup>

Hoy se puede invertir la reflexión: es ilusorio suponer que el científico de objetos macrofísicos pueda percibir los efectos que su observación provoca en el objeto. Percibe lo que es perceptible desde su bloque de pensamiento en el que está incluido el andamiaje categórico-conceptual de la teoría desde la cual construye conocimiento, pero no los efectos ontológicos micro y macrofísicos que su observación genera, que pueden determinar la estructura y la forma del objeto cósmico que observa, pero que son imperceptibles desde el plano en el que el sujeto se encuentra.

La diferenciación de planos físicos —micro y macro— se usa para justificar la contradicción ontoepistemológica planteada por la ciencia. Sin embargo, colocando los planteamientos dentro de la misma racionalidad teórica y atendiendo el aspecto ontológico del problema, ¿cómo puede ser posible que un ente microfísico sea transformado en electrón al ser ilumina-

32 Bárbara Lovett Cline, *Los creadores de la nueva física* (México: fce, 2004): 305.

33 Cline, *Los creadores*, 210-211.

do y que los objetos macrofísicos no sean alterados al ser iluminados si están constituidos por entes microfísicos?

El planteamiento aristotélico de que lo real existe con independencia de la conciencia, coloca a Marx y a Einstein en la misma filiación filosófica. Marx sostiene que el objeto se ve alterado al ser investigado por el sujeto, lo cual conlleva dos problemas: i) el de la determinación del comportamiento y del ser del objeto cuando no es investigado y ii) el de que podría alterarse de distinto modo cada vez que es investigado. Pero una cosa es que el investigar afecte ontológicamente al objeto y otra que la perspectiva investigativa desde la que se investiga determine los resultados de la investigación; es decir, que en el primer caso, lo epistémico afecte lo ontológico y que, en el segundo, la afectación se mantenga en el plano epistémico. La segunda postura es la abrazada por la relatividad, en tanto que la primera es de otra naturaleza y a ella se adscribe la mecánica cuántica.

El reconocimiento en Marx de que la cognición altera al objeto implica una concepción en la que, la afectación del objeto es un medio para su conocimiento y, el conocimiento, un medio para la transformación ontológica del objeto que, como objeto de conocimiento —epistemológicamente—, existe independientemente del sujeto, aunque el sujeto sea parte del objeto —ontológicamente—. Marx y Einstein coinciden en que la ciencia busca conocer la cosa en sí, lo que conduce a la búsqueda de la comprensión de los fenómenos en los que la cosa participa para conocerla. El fenómeno es un medio para conocer la cosa en sí, pero no es el objeto de conocimiento como sucede en la propuesta de Immanuel Kant, sustentada en la incognoscibilidad de la cosa en sí. Dice Kant:

El espacio y el tiempo son las formas puras de ese modo de percibir; la sensación, en general, es la materia. Aquellas podemos sólo conocerlas *a priori*, es decir, antes de toda percepción real y por eso se llaman intuiciones puras; la sensación, empero, es, en nuestro conocimiento, lo que hace que éste sea llamado conocimiento *a posteriori*, es decir, intuición empírica. Aquellas formas penden de nuestra sensibilidad con absoluta

necesidad, sean del modo que quieran nuestras sensaciones; éstas pueden ser muy diferentes [... así que] jamás podremos conocer lo que son los objetos en sí, por luminoso que sea nuestro conocimiento del fenómeno, que es lo único que nos es dado.<sup>34</sup>

34 Immanuel Kant, *Crítica de la razón pura* (Buenos Aires: Ediciones Libertador, 2008): 63-64.

Si como sostiene Einstein en su juventud, la construcción científica sólo se puede realizar a partir de magnitudes observables y si estas magnitudes son constructos de la razón, la certeza en la existencia de lo real se esfuma y sólo queda el conjunto de proyecciones de la conciencia constitutivas de un objeto de conocimiento.

Aplicando este planteamiento al mundo subatómico, surgen dos interpretaciones posibles: i) Que el electrón se comporte de conformidad como es estudiado debido a la acción que los instrumentos utilizados ejercen en él. ii) Que el electrón o lo que realmente sea lo que es observado, se comporte de un modo determinado siempre, pero que la conciencia que lo observa interprete su proceder de conformidad con el andamiaje categórico-conceptual con el que es observado.

La segunda postura implica, por ejemplo, que no es que el electrón se comporte como partícula o como onda cuando es estudiado de un modo o del otro, sino que su comportamiento es pensado de una o de otra manera, sin que la conciencia esté creando el objeto, ya que el mismo objeto es constructo teórico de una conciencia. En este caso, el observador no cambia lo observado porque la única referencia que existe de lo observado es lograda por medio de la observación.

El electrón es producido para ser observado y se trata de un problema tecnológico instrumental y no de un modo de ser de lo real más allá de cómo es estudiado. A esto se debe que si el electrón es estudiado corpuscularmente proceda como partícula y si es estudiado como onda proceda como tal, pues los instrumentos empleados generan esa manera de proceder, por lo que los contenidos de la teoría para la cual fue diseñado y construido el instrumento, es la que determina el ser del objeto, poniendo en evidencia que el involucramiento del sujeto en el objeto afecta doblemente el

proceso de cognición: i) en la generación del objeto de conocimiento en el plano ontológico y, ii) en la descripción del comportamiento del objeto de conocimiento dado que éste es interpretado desde una teoría determinada, que es la misma con la cual el objeto de conocimiento fue generado con la intermediación de los instrumentos.

Una tercera interpretación posible es que el electrón no existe y que lo observado no es más que un constructo formal de la razón adjudicado a un fenómeno exterior, que ontológicamente responde a condiciones que pueden ser explicadas por una racionalidad teórica no construida aún.

En investigaciones de tipo social realizadas en México se ha observado la formación de estructuras socioeconómicas precapitalistas en comunidades apartadas, sin que existan antecedentes indígenas o de grupos migratorios portadores de esa tradición. Es el caso de las comunidades candelilleras del desierto de Coahuila y de los mezcaleros tradicionales de Michoacán. Las comunidades candelilleras fueron formadas a partir del reparto agrario de 1936 y hoy día siguen realizando el proceso de producción de cera de candelilla de la misma manera que lo han hecho siempre. No manifiestan intención de aumentar la producción, no han incorporado nuevas necesidades, no existen clases sociales entre ellos y la cooperación y mutua ayuda impera en las comunidades. Denotan muchos de los rasgos de la entidad comunitaria señalados por Marx en los *Grundrisse*.<sup>35</sup> Respecto de los mezcaleros tradicionales de Michoacán, viven en comunidades familiares en zonas cercanas a nacimientos de agua limpia, practican la agricultura y la ganadería orientadas al autoconsumo, al igual que el mezcal que producen. Sus características hacen recordar la forma germánica de transición de la entidad comunitaria a la sociedad de clases, descrita por Marx.<sup>36</sup>

Se pueden construir diferentes interpretaciones respecto de estas comunidades: i) Que los grupos humanos constituyen formaciones sociales adaptativas al ambiente, sin que existan referentes en las conciencias de sus miembros que aludan a esas formaciones sociales que constituyen. ii) Que lo observado es una proyección del contenido de la conciencia del investigador sobre un objeto exterior y que lo real en cuanto cosa en sí es ininteligible.

35 Karl Marx, "Formas que preceden a la producción capitalista", en *Grundrisse* (México: Siglo XXI, 1982): 434.

36 Marx, "Formas que preceden", 436-437.

III) Que tales comunidades no existen sino que se trata de una construcción formal de la razón adjudicado a un fenómeno exterior, que ontológicamente responde a condiciones que pueden ser explicadas por una racionalidad teórica no construida aún, al igual que sucede con el electrón.

Los objetos de conocimiento son enigmas de teorías científicas específicas y no “problemas de la ciencia” en general que las diferentes teorías científicas deban resolver. El hecho de que las teorías científicas constituyan andamiajes ontoepistemológicos determinados, implica que todo el proceso de construcción de conocimiento sea una activación de los mismos y que la confrontación entre teorías no sea más que una confrontación entre andamiajes y no entre comportamientos de lo real con independencia de la conciencia. No es que el “mundo exterior” al sujeto formule desafíos a su razón, sino que es la razón la que supone existencialmente lo real y se formula desafíos intelectuales sobre su constitución y proceder, independientemente de cómo sea y se comporte lo real. El asunto es complejo. Como sostiene Heisenberg:

En la medida en que en nuestro tiempo puede hablarse de una imagen de la Naturaleza propia de la ciencia natural exacta, la imagen no lo es en último análisis de la Naturaleza en sí; se trata de una *imagen de nuestra relación con la Naturaleza*. La antigua división del universo en un proceso objetivo en el espacio y el tiempo por una parte, y por otra parte el alma en que se refleja aquel proceso, o sea la distinción cartesiana de la *res cogitans* y la *res extensa*, no sirve ya como punto de partida para la inteligencia de la ciencia natural moderna.<sup>37</sup>

Dice Kuhn que, de manera consciente o no, “la decisión de emplear determinado aparato y de usarlo de un modo particular, lleva consigo una suposición de que sólo se presentarán ciertos tipos de circunstancias. Hay expectativas tanto instrumentales como teóricas, y con frecuencia han desempeñado un papel decisivo en el desarrollo científico”.<sup>38</sup>

37 Werner Karl Heisenberg, *La imagen de la naturaleza en la física actual* (Barcelona: Orbis, 1985): 21.

38 Kuhn, *La estructura*, 103.

El fenómeno o cosa en sí no es objeto y es como es pero, en la relación de conocimiento, es para el sujeto en quien aparece como objeto. Lo que el fenómeno o cosa es en sí sin el sujeto es indeterminable, ya que la determinación es producto del conocimiento, es decir, de la transformación de la cosa en sí o del fenómeno en objeto de conocimiento para el sujeto. La cosa en sí se comporta de conformidad con la racionalidad con la que es estudiada, haciendo válida la máxima hegeliana de que todo lo racional es real porque todo lo real es racional, de ahí que, por ejemplo, las llamadas “partículas elementales” sean partículas elementales en la racionalidad que las concibe, independientemente de cómo sean en sí y que los electrones sólo existen conceptualmente en las conciencias de los sujetos que piensan con la racionalidad de la que ellos forman parte. Dependiendo de la racionalidad en la que son pensados, los electrones son granos de materia, son partículas de energía, son ondas, son campos de energía, son cruces de cuerdas de energía en un *continuum* o, incluso, no existen.

Por ejemplo, el conflicto onda-partícula puede ser planteado como problema cognitivo o como problema ontológico. Como problema cognitivo se estaría pensando en la relación sujeto-objeto en la que a partir de una racionalidad determinada, consciente o inconscientemente se están activando categorías, conceptos e instrumentos que prefiguran un comportamiento determinado del objeto, según se le trate como onda o como partícula. Los instrumentos empleados para observar su comportamiento ondulatorio lo hacen comportarse de esa manera. Lo mismo sucede si el objeto es tratado como partícula.

Si esto es así, se puede suponer que agregando los resultados de una interpretación a los de la otra, el problema se supera, lo cual implica considerar a cada interpretación como complementaria de la otra, como lo propuso Bohr y como ingenuamente se postula en las propuestas de investigación multidisciplinaria y transdisciplinaria que mantienen el sustento que combaten y suponen superar: la disciplinariedad. El principio de complementariedad no es posible por la incompatibilidad existente entre las racionalidades científicas implicadas. La realidad puede ser leída de muchas maneras pero no hay manera de saber si es como se lee.

Como problema ontológico, el asunto tiene que ser reflexionado sin referencia empírica alguna, dado que ambas posturas, la ondulatoria y la corpuscular, aparecerían como producto de la experiencia científica resultante de la observación de ambos comportamientos.

La cuestión final es, ¿puede un ente ser al mismo tiempo onda y partícula? Materialmente, no; energéticamente, sí. Materialmente no puede ser onda y partícula porque no es posible el movimiento en el interior de una partícula elemental, dado que es a partir del conglomerado de corpúsculos que el movimiento ondulatorio se genera. Si la energía es concebida como paquetes discretos, se podría hablar del desplazamiento ondulatorio de un paquete, pero no de movimiento ondulatorio en su interior dado que se trataría de una partícula elemental de energía, que se comportaría del mismo modo que lo hace un corpúsculo de materia. Pero si se concibe la energía no como paquetes discretos sino como cuerdas, la vibración de éstas generaría ondas.

Desde una perspectiva ontológica es inconcebible la complementariedad. Un ente no puede ser a la vez onda y partícula, pero sí puede ser otra cosa que parezca onda y parezca partícula a la vez. La idea de complementariedad descriptiva de la onda-partícula propuesta por Bohr, se ajusta totalmente a la propuesta kantiana de tratamiento fenomenológico de lo real, liberado totalmente del compromiso de explicar que es la cosa en sí. Pero se trata de un planteamiento colocado totalmente dentro del modo teórico de apropiación de lo real —ciencia y filosofía— y no de una estrategia que pueda ser aplicada a todos los modos de apropiación de lo real existentes, como Miguel Martínez Miguélez lo propone cuando afirma:

Son muchos, en efecto, los autores físicos y humanistas que han seguido a Bohr en un uso más amplio de la idea de complementariedad: análisis mecanicistas y orgánicos, descripciones conductuales e introspeccionistas, mente y cerebro, voluntad libre y determinismo, teleología y mecanicismo, etc., pueden ser considerados no tanto como explicaciones conflictivas y contradictorias, sino como descripciones complementarias

39 Miguel Martínez Miguélez,  
*El paradigma emergente* (México:  
Trillas, 1997): 88.

—cada una capta aspectos de la realidad que no ven las otras—, válidas en diferentes contextos, y aun en el mismo contexto cuando se adoptan perspectivas diferentes. Igualmente, la ciencia, la filosofía, la historia, la poesía y el arte pueden ser entendidas como modos diferentes y complementarios de descripción de la misma realidad, cada uno de ellos con su aporte propio, único e insustituible.<sup>39</sup>

## Conclusiones

La existencia de lo real es un presupuesto ontológico de todo corpus teórico expresado en su andamiaje categórico-conceptual. Dependiendo de la filiación filosófica de la teoría —platónica o aristotélica, idealista o materialista— es la concepción que de lo real sustenta, la epistemología que supone su apropiación y los instrumentos de que se sirve para lograrlo. El microscopio no es útil para observar cuerdas de energía y las básculas no pesan los cuántos de energía contenidos en un objeto.

El instrumento se diseña o usa para verificar lo contenido o implicado en la teoría para la cual es diseñado o utilizado. Por muy intensa que resulte la sensación, la forma y contenido del objeto o fenómeno es mayormente determinado por el contenido de la conciencia, que por las sensaciones transmitidas por el instrumento, ya que éste es un constructo de la conciencia, su amplificador sensorial. Se asiste, de esta manera, a una proyección de la conciencia teorizante sobre los objetos de investigación científica, trátase de una conversión de objetos empíricos a objetos de investigación científica o de una construcción hipotético-deductiva formal.

El tránsito de la conciencia de la forma empírica a la teórica atribuido al incremento de la capacidad sensorial es insostenible debido a que la diferencia entre ellas se debe a la manera de operar y no al número de referentes contenido o al estado de los órganos sensoriales. Tómese en cuenta que los creadores del pensamiento teórico, los griegos clásicos, no usaron instrumento alguno para la invención del modo teórico de apropiación de lo real.

El instrumento científico puede cumplir la función acrecentadora de la capacidad sensorial o la verificadora de una teoría, dependiendo de la filiación filosófica —aristotélica o platónica— de la teoría científica en la que se realiza la práctica investigadora.

Los problemas de la ciencia son problemas de racionalidad teórica y no de parcelas, campos o disciplinas de conocimiento. Desde la concepción que separa las ciencias en formales, sociales y naturales es ininteligible la función de los instrumentos en la construcción de conocimiento, dado que la ciencia es una modalidad —al lado de la Filosofía— de la apropiación teórica de lo real y no el conjunto de saberes acumulados en la práctica cognitiva especializada en una disciplina. A su carácter de modo de apropiación de lo real se debe que instrumentos diseñados en una teoría puedan ser utilizados en otra debido a que ambas participan de la misma racionalidad teórica, más allá de las extrañas clasificaciones del conocimiento en “ciencias formales, ciencias sociales y ciencias físico-naturales”. La estadística, la probabilidad, el análisis, la observación, son usadas en diferentes teorías siempre y cuando esas teorías participen de la misma racionalidad.

Artículo recibido: 30 de julio de 2015

Aceptado: 14 de junio de 2016