

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XX JORNADAS

VOLUMEN 16 (2010)

Pío García  
Alba Massolo

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



## Realismo y referencia: ¿a la ciencia qué le importa?

Mariana Córdoba\* • Olimpia Lombardi\*\*

### 1. Introducción

La antigua discusión en torno a *cuál es el mundo del que nos habla la ciencia* ha sido recuperada en la filosofía reciente, una vez desoído el *dictum* positivista que instaba a dejar de lado toda cuestión metafísica. Realistas y antirrealistas científicos se atreven a pensar el vínculo entre ciencia y realidad. Y, en el debate entre ellos, ocupa un lugar de relevancia el problema semántico de la referencia de los términos del vocabulario científico: estos términos ¿refieren o no a entidades que realmente existen?

La concepción realista insiste en la necesidad de argumentar en favor de la continuidad referencial de ciertos términos, a pesar de que las teorías que la comunidad científica acepta se modifican a través del tiempo. Uno de los terrenos en los que realistas y antirrealistas se enfrentan está poblado por diversos argumentos —en favor o en contra del realismo— que apelan a la continuidad o ruptura referencial a través del cambio teórico.

Afirmaremos que hay un modo más interesante de abordar el problema de la referencia y el realismo, no atendiendo a la cuestión diacrónica del cambio científico, sino a partir de la perspectiva sincrónica de las relaciones entre diversas teorías aceptadas simultáneamente por la comunidad científica. El enfoque sincrónico, a nuestro entender, pone de relieve cuestiones de interés para los propios científicos en su práctica efectiva.

### 2. El abordaje habitual sobre realismo y referencia.

Uno de los aspectos fundamentales de la discusión acerca del realismo versa sobre el estatuto ontológico de las entidades inobservables postuladas por la ciencia. En este contexto, emerge el problema semántico de la referencia de los términos fundamentales de las teorías científicas.

El realista científico defiende la referencialidad exitosa y unívoca de los términos teóricos. El antirrealista relativista, en cambio, adopta la tesis de la incommensurabilidad, de acuerdo con la cual el cambio de una teoría a otra implica una variación del significado de los términos presentes en las teorías, variación que conlleva, asimismo, un cambio ontológico: varían los objetos referidos por dichos términos. El antirrealista instrumentalista, por su parte, considera que los términos

---

\* UBA

\*\* CONICET – UBA

teóricos carecen de referentes: constituyen meras herramientas para dar cuenta del dominio fenoménico.

La tesis de la inconmensurabilidad en su aspecto ontológico representa el mayor desafío para el realista científico. Socava la intuición realista de que la ciencia progresa a través de mejores representaciones del mismo mundo. Los realistas pretenden combatir el embate inconmensurabilista sobre la base de la confianza general en que las teorías científicas sucesivas explican un único mundo, lo que conlleva la confianza particular en que los términos teóricos involucrados en dichas teorías refieren a los mismos ítems extralingüísticos. Según los realistas, hay continuidad referencial a través –y a pesar– del cambio teórico. En este sentido, sostienen, elucidar el problema de la referencia de los términos teóricos es condición de posibilidad de la defensa de la continuidad referencial y, por lo tanto, de una defensa filosófica del realismo científico.

El debate que vincula la defensa del realismo con el problema de la referencia de los términos se ha desenvuelto siempre sobre un escenario configurado por el problema del cambio teórico. La pregunta fundamental a la base de este enfoque es la siguiente: ¿qué sucede, cuando una teoría es abandonada y una nueva teoría la suplanta, con los términos fundamentales de la teoría abandonada que tienen lugar, con distinto significado, en la teoría sucesora? No analizaremos este debate ni discutiremos la relevancia filosófica del problema así planteado. Afirmamos, empero, que hay otro escenario posible sobre el cual reflexionar filosóficamente acerca de la referencia de los términos teóricos en relación con el realismo científico.

### 3. ¿Sucesión de teorías?

El problema que abordan los realistas consiste en determinar si un término que pertenece a dos teorías sucesivas refiere o no a lo mismo en el contexto de ambas. El cambio teórico es entendido en el marco de la sucesión de teorías. Se discute, por ejemplo, el caso del término “masa” en el pasaje de la mecánica clásica a la relatividad especial y, eventualmente, a la relatividad general (*cf.* Kuhn 1962, Feyerabend 1962, Sneed 1971, Fine 1975, Rivadulla Rodríguez 2003). Subyace a este ejemplo una imagen ingenua del reemplazo de la mecánica newtoniana por la relatividad especial y el posterior reemplazo de ésta por la relatividad general. Esta idea de sucesión por reemplazo aparece también en el pensamiento de quienes más encarnizadamente combaten la idea de una ciencia que progresa lineal y acumulativamente. Feyerabend, quien sostuvo que cada teoría refiere a su propia ontología y que las teorías sucesivas son inconmensurables, sin embargo, al discutir la relación entre una teoría T’ y una teoría T sucesora, exige el “*completo reemplazo* de la ontología (y tal vez incluso del formalismo) de T’ por la ontología (y el formalismo) de T” (Feyerabend 1962, p. 29, énfasis del autor). Tal reemplazo no sólo afectaría a teorías pasadas y abandonadas, sino

también a teorías que continúan formado parte del cuerpo de conocimiento de la comunidad científica en el presente, como la termodinámica macroscópica y la mecánica clásica.

Sin embargo, el modelo de cambio teórico basado en la sucesión por reemplazo constituye una imagen hipersimplificada. En la misma época en que entra en escena la mecánica relativista lo hace la mecánica cuántica, que en cierto sentido también se propone como alternativa a la mecánica clásica. Y la mecánica cuántica incluye términos que tienen lugar no sólo en la mecánica clásica, sino también en la mecánica relativista, respecto de la cual en modo alguno cabe aplicar la idea de sucesión por reemplazo. Resulta claro que este caso no responde a la imagen lineal de sucesión por reemplazo, evidencia, en cambio, una suerte de “bifurcación teórica” donde una teoría es supuestamente reemplazada por teorías diferentes. Y este panorama se complejiza más cuando se considera la —supuesta— unificación entre mecánica cuántica y relatividad especial, que conduce a la actual coexistencia entre teoría cuántica de campos y relatividad general, teorías no sólo diferentes sino incompatibles.

Este fenómeno de bifurcación teórica no es excepcional en la historia de la ciencia. Por ejemplo, se advierte que luego de cien años desde las primeras formulaciones de la mecánica estadística, coexisten dos enfoques: el de Boltzmann y el de Gibbs. Ambos difieren en conceptos tan básicos como los de equilibrio e irreversibilidad, y desacuerdan respecto de las condiciones que permiten la aparición de macroevoluciones irreversibles a partir de una dinámica reversible subyacente (*cf.* Lombardi y Labarca 2005, Frigg 2008)

El realista defensor del modelo lineal de cambio teórico podrá argumentar que la coexistencia de teorías incompatibles aceptadas simultáneamente constituye un fenómeno provisorio, que tales teorías serán superadas por una nueva teoría unificadora. Por ejemplo, en el futuro se logrará una reformulación de la mecánica estadística de modo que las teorías de Boltzmann y de Gibbs queden subsumidas en la nueva teoría general. A su vez, los esfuerzos teóricos en física “fundamental” finalmente desembocarán en una gran teoría de campo unificado, o en la teoría de cuerdas final, o en alguna otra alternativa que aún no imaginamos: en ese momento la historia de la física volverá a su cauce natural de sucesión por reemplazo de teorías.

Pero la esperanza de unificación se funda en presupuestos realistas y no halla otra justificación que tales presupuestos. De todos modos, la principal dificultad que presenta la idea del reemplazo de teorías y las estrategias para defenderla es que está en conflicto con la práctica científica. Aun cuando resultara posible delimitar aproximadamente la comunidad de una disciplina científica a través de la red de relaciones y reconocimiento entre sus miembros, esto no significa que se pueda identificar un *corpus* de conocimiento totalmente consistente al cual dicha comunidad adhiere. Los científicos no actúan movidos por el tipo de racionalidad que algunos filósofos de la ciencia pretenden, sino de un modo pragmático que pone en juego otras formas de racionalidad. Y al adoptar esta manera de actuar, suelen utilizar conjuntamente teorías diferentes, incluso

incompatibles, en la consideración de ciertos fenómenos y en la solución de algunos problemas. En las próximas secciones analizaremos tres ejemplos del campo de la física.

#### 4. Primer caso: Teorías ¿“superadas”?

Realistas y antirrealistas suelen discutir, paradigmáticamente, el pasaje de la mecánica clásica newtoniana a la teoría de la relatividad —especial y general sucesivamente—. Su idea es que la mecánica clásica es superada y reemplazada por la mecánica relativista. Esta idea subyace, no sólo a la imagen tradicional —según la cual la mecánica clásica queda subsumida, como un caso, en la mecánica relativista—, sino también a la imagen de progreso científico entendido en términos de incremento de verosimilitud propugnada por algunos realistas “críticos”. Cabe preguntarse qué significa que la mecánica clásica es una teoría “superada”, dado que continúa constituyendo un ámbito de aplicación e investigación fecundo. Por mencionar un ejemplo: salvo correcciones insignificantes, los cálculos necesarios para guiar las naves espaciales en sus viajes por el sistema solar no se basan más que en la mecánica clásica newtoniana, incluso en formulaciones aproximadas de la mecánica clásica dada la insolubilidad del problema de los tres cuerpos.

Los científicos no se limitan a utilizar la mecánica clásica en las situaciones en que brinda resultados predictivos adecuados, situaciones en las cuales aún podría intentarse una justificación en términos tradicionales. En “Scientific realism and scientific practice”, Torretti (2000) nos recuerda el modo en que mecánica clásica y mecánica relativista se aplican en una misma situación, colaborando conjuntamente en la explicación de un único fenómeno. El ejemplo de Torretti se refiere a la explicación estándar del avance anual de perihelio de Mercurio en poco menos de 1 minuto de arco.

Este caso muestra que si puede afirmarse, en algún sentido, que la mecánica clásica ha sido superada, esto no significa que la teoría ha sido abandonada y ya no forma parte del *corpus* de conocimiento de la física actual. Si esto es así, en el contexto del problema del realismo científico, la discusión acerca de la referencia de un término como ‘masa’ al pasar de la mecánica clásica a la mecánica relativista no debe ser interpretada como una discusión acerca de la continuidad o discontinuidad referencial a través del cambio teórico. Aparece una dimensión en el debate que no puede ser eliminada: es necesario reconocer que las dos mecánicas continúan siendo teorías vigentes, en un sentido significativo, en la práctica de la física actual.

#### 5. Segundo caso: Teorías incompatibles

Existe consenso en la actualidad acerca de que física cuántica y relatividad general son teorías no sólo diferentes, sino incompatibles. Según algunos autores (*cf.* Kuchař 1991, Isham 1993), el principal escollo a una verdadera unificación reside en la diferencia en los conceptos de tiempo

involucrados en las dos teorías: mientras la mecánica cuántica incorpora un concepto clásico de tiempo como parámetro de evolución externo al sistema, este concepto es totalmente ajeno a la relatividad general, donde el tiempo pasa a ser una dimensión del objeto espacio-temporal que es el universo. En particular, hay modelos relativistas donde no es siquiera posible definir un tiempo global análogo al tiempo clásico (*cf.* Aiello, Castagnino y Lombardi 2008, Castagnino y Lombardi 2009).

También se ha señalado que la incompatibilidad entre física cuántica y relatividad general se funda en la no-separabilidad cuántica, característica que se encuentra totalmente reñida con el enfoque relativista, donde los objetos y los eventos se identifican por su posición espacio-temporal. Es la “independencia de la existencia de objetos espacialmente separados” (Einstein, en Born 1969, p. 170) lo que niega la no-separabilidad cuántica. Algunos autores (*cf.* Earman 1986, Loewer 1998) coinciden en afirmar que, a diferencia de lo que suele suponerse, no es el indeterminismo sino la no-separabilidad de la mecánica cuántica la razón por la cual Einstein consideraba la teoría fundamentalmente insatisfactoria.

El filósofo realista, frente a esta innegable ruptura conceptual, afirmaría que el esfuerzo teórico debe dirigirse a revertir la incompatibilidad entre física cuántica y relatividad general. El físico teórico, en cambio, no se paraliza ante los fracasos en los intentos de unificación; por el contrario, continúa su trabajo aplicando conjuntamente teorías incompatibles a la descripción de ciertos fenómenos. Nuevamente, Torretti (2000) nos recuerda como ejemplo de esta situación la hipótesis sobre la evaporación de agujeros negros, señalando cómo el estudio de Hawking (1974) combina teorías incompatibles. En este caso de la cuántica y la relatividad general, la incompatibilidad se da entre teorías que se aceptan al mismo tiempo en la comunidad científica, e incluso entre teorías consideradas ambas “fundamentales”.

## 6. Tercer caso: Teorías diferentes

Hemos señalado que la linealidad del desarrollo de la física constituye un supuesto infundado, que alienta la esperanza de la transitoriedad de la coexistencia entre mecánica cuántica y relativista. Ahora bien, esta esperanza es alentada por cierta visión realista debido a que las tres teorías son mecánicas: en un sentido amplio, se ocupan de movimientos que resultan de interacciones. Pero no toda la física se reduce a la mecánica. Un caso paradigmático de una teoría física que describe fenómenos que no son mecánicos es la termodinámica, que estudia los fenómenos de transferencia de calor. No hay sentido alguno en el cual pensar en términos de sucesión: la termodinámica no reemplaza a la mecánica clásica, sino que ambas teorías forman parte del cuerpo de conocimiento de la física actual, ocupándose de fenómenos diferentes. La pregunta por el realismo científico en relación con la referencia de los términos teóricos ¿presenta alguna relevancia en estos casos de simultaneidad teórica?

La mecánica clásica describe el comportamiento de partículas en interacción y la termodinámica se ocupa de sistemas caracterizados por su temperatura, presión, volumen, etc. No habría, en principio, problema alguno en aceptar simultáneamente teorías que refieren a fenómenos distintos en sistemas de distinta naturaleza. Sin embargo, en muchos casos se supone que las teorías, si bien diferentes, brindan descripciones de un mismo sistema. Consideremos el contenido de un globo aerostático: mientras que la termodinámica lo describe como un gas, desde el punto de vista mecánico se trata de partículas con propiedades como masa, posición, velocidad, etc. ¿Cómo compatibilizar ambas descripciones? Aquí irrumpen los supuestos reduccionistas. A la pregunta “¿qué hay realmente dentro del globo?”, la amplia mayoría de los físicos responderá que hay partículas en interacción y que, en realidad, el gas “no es más que” el propio sistema de partículas. Esta perspectiva se repite en el caso de otras relaciones interteóricas.

Este modo de pensar no constituye sino un caso del realismo reduccionista al que sigue anclada gran parte de los físicos. Este reduccionismo nos dice que hay una jerarquía de teorías que va desde las más fundamentales hacia las menos fundamentales (“fenomenológicas”, “secundarias” o “derivadas”). Tal jerarquía se apoya en un fuerte supuesto metafísico: la idea de que los objetos descritos por la teoría secundaria padecen una existencia degradada: dependen ontológicamente de los objetos que describe la teoría fundamental.

Desde esta perspectiva, cuando se afirma que  $T = (2/3k)\bar{E}_K$ , no se está diciendo que la temperatura  $T$  está correlacionada con, sino que es la energía cinética media por molécula  $\bar{E}_K$ : los términos ‘ $T$ ’ y ‘ $\bar{E}_K$ ’ refieren a un mismo ítem extralingüístico. Vemos, entonces, que la cuestión de la referencia reaparece aquí en el problema *sincrónico* de las relaciones entre teorías diferentes, y apunta al núcleo del problema ontológico acerca de qué es lo que hay en el mundo. No se trata ya, como en las discusiones tradicionales, de la *continuidad referencial* frente al cambio teórico, sino de la *unicidad referencial* frente a las relaciones interteóricas.

No puede suponerse que en la práctica los científicos actúen sobre la base de un *corpus* teórico consistente. Pero su fe reduccionista tampoco permite suponer que el modo en que actúan sea consistente con lo que creen. Su comportamiento responde a una racionalidad pragmática, pero sus creencias han sido configuradas según el realismo de quienes “creen que la realidad está bien definida de una vez por todas, independientemente de la acción humana y del pensamiento humano, de una manera que puede articularse adecuadamente en el discurso humano. Creen también que el propósito primordial de la ciencia es desarrollar justamente ese género de discurso” (Torretti 2000, p. 81). Desde esta perspectiva externalista, las teorías fundamentales son las que mejor describen la realidad tal como es en sí misma.

El modo en que se concibe la realidad en ciencias se refleja en el modo en que las diferentes teorías científicas, e incluso disciplinas científicas, se ordenan jerárquicamente. Y tal jerarquía

involucra cuestiones de prestigio que tienen efectos directos sobre decisiones de política científica en lo que se refiere al apoyo y al financiamiento a la investigación. Por ejemplo, el monumental proyecto del supercolisionador del CERN en Ginebra y su papel en la búsqueda del bosón de Higgs puede verse como la manifestación material de la fe en desentrañar la estructura última de la materia.

## 7. Conclusiones

La cuestión de la continuidad de la referencia de ciertos términos a través del cambio científico es central para el realismo. Sin embargo, esto no debe conducir a ignorar la dimensión sincrónica del problema. Cabe preguntarse si un cierto término, que figura en dos teorías incompatibles pero simultáneamente aceptadas, refiere o no a un mismo ítem en ambos casos. O si dos términos, que pertenecen a teorías que describirían en principio fenómenos de diferente tipo, refieren no obstante a un mismo ítem. Estas preguntas tienen consecuencias para teorías que conforman el conocimiento de la ciencia actual y, por lo tanto, presentan un doble aspecto. Por un lado, pueden motivar el interés de los propios científicos porque apuntan a su práctica real y no a la historia de su disciplina. Por otra parte, las respuestas a esas preguntas contribuyen a configurar la imagen de la ontología a la que pretende referirse una disciplina científica.

Consideramos que este modo de abordar el problema del realismo científico contribuye a enriquecer las discusiones tradicionales. En particular, si el enfoque sincrónico se enfrenta a una versión adaptada del argumento realista a la mejor explicación, puede brindar una respuesta análoga a la de Laudan (1981), donde la inducción pesimista se aplica a casos de reducción interteórica "exitosa". Pero, por razones de espacio, el tratamiento pormenorizado de esta cuestión será objeto de un futuro trabajo.

## Agradecimientos

El presente trabajo ha sido realizado gracias al apoyo de ANCyT, CONICET, UBA y SADAF.

## Bibliografía

- Aiello, M., Castagnino, M. y Lombardi, O. (2008), "The arrow of time: from universe time-asymmetry to local irreversible processes", *Foundations of Physics*, 38: 257-292.
- Born, M. (1969), *The Born-Einstein Letters*. London. Macmillan.
- Castagnino, M. y Lombardi, O. (2009), "The global non-entropic arrow of time: from global geometrical asymmetry to local energy flow", *Synthese*, 169: 1-25.
- Earman, J. (1986), *A Primer on Determinism*. Dordrecht. Reidel.

- Feyerabend, P. K. (1962), "Explanation, reduction, and empiricism", en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 3. Dordrecht: Reidel, 28-97. Reimpreso en *Realism, Rationalism & Scientific Method. Philosophical Papers, Vol. 1*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- Fine, A. (1975), "How to compare theories. Reference and change", *Nous*, 9: 17-32.
- Frigg, R. (2008), "A field guide to recent work on the foundations of statistical mechanics", en Dean Rickles (ed.), *The Ashgate Companion to Contemporary Philosophy of Physics*. London: Ashgate.
- Hawking, S. W. (1974), "Black hole explosions?", *Nature*, 248: 30-31.
- Isham, C. J. (1993), "Canonical quantum gravity and the problem of time", en L. A. Ibort y M. A. Rodríguez (eds.), *Integrable Systems, Quantum Groups, and Quantum Field Theories*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 157-288.
- Kuchař, K. (1991), "The problem of time in canonical quantization", en A. Ashtekar y J. Stachel (eds), *Conceptual Problems of Quantum Gravity*, Boston: Birkhäuser, 141-171.
- Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Laudan, L. (1981), "A confutation of convergent realism", *Philosophy of Science*, 48: 19-49.
- Loewer, B. (1998), "Copenhágen versus Bohmian Interpretations of Quantum Theory", *The British Journal for the Philosophy of Science*, 49: 317-331.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005), "Los enfoques de Boltzmann y de Gibbs frente al problema de la irreversibilidad", *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 37: 39-81.
- Rivadulla Rodríguez, A. (2003), "Incommensurabilidad y relatividad. Una revisión de la tesis de Thomas Kuhn", *Revista de Filosofía*, 28: 237-259.
- Sneed, J. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: Reidel.
- Torretti, R. (2000), "Scientific realism and scientific practice", en E. Agazzi y M. Pauri (eds.), *The Reality of the Unobservable: Observability, Unobservability and their Impact on the Issue of Scientific Realism*. Kluwer, Dordrecht, 113-122.
- Versión española: "El realismo científico y la ciencia como es", en *Escritos Filosóficos 1986-2006*. Universidad Diego Portales, Santiago de Chile, 2007, 75-98.