

Cambios de referencia en la astronomía antigua: un argumento a favor del realismo

Inés Lagos¹

¹ Universidad de San Andrés – Argentina

Introducción

Uno de los mayores desafíos que enfrenta el realismo científico es la tesis de la inconmensurabilidad. Consideramos, empero, que la teoría descriptiva causal de la referencia puede determinar si hay alguna continuidad referencial en un cambio de teoría y, específicamente, en qué circunstancias se daría. Tras caracterizarla brevemente, la someteremos a prueba mediante un análisis de caso, a saber, las diferentes caracterizaciones de ‘órbita’ en la astronomía antigua. Ello supone dilucidar cuáles son las propiedades fundamentales por las cuales la órbita ejerce su función (contenidas en la “descripción causal nuclear”). La continuidad referencial se podrá establecer si constatamos que las descripciones causales nucleares de las distintas nociones de órbita, son equivalentes. Este estudio de caso, además, constituye una oportunidad para ahondar en la reflexión: ¿sirve el descriptivismo causal como argumento a favor del realismo científico? ¿Es factible aplicarlo? ¿Cuál es su alcance? Estas y otras preguntas se suscitan a partir del análisis propuesto.

El problema de la referencia

En general, el realismo científico defiende la verdad de las proposiciones teóricas, para lo cual, es necesario que sus términos centrales sean referentes, esto es, que designen individuos realmente existentes. La tesis de la inconmensurabilidad de Kuhn constituye el mayor de-

saño para este “realismo de entidades” (Arabatzis 2001; Hacking 1984), al negar la posibilidad de comparación entre paradigmas. Ahora bien, consideramos que es posible evaluar si se conserva, o no, la referencia en un cambio teórico, por medio de la teoría descriptiva causal. Vamos a presentarla brevemente y a aplicarla a un caso de astronomía antigua.

Esta propuesta tiene dos antecedentes. En un primer momento, se desarrolla la teoría descriptiva de la referencia cuya tesis fundamental consiste en que un hablante, para señalar con éxito un referente, debe conocer ciertas características propias de éste que se presentan en la forma de descripciones (Psillos 1999: 271). Por lo tanto, los individuos a los que refiere un término son todos y sólo aquellos que cumplen con las características detalladas en la definición del mismo. Por ejemplo, definimos el término ‘perro’ como un sustantivo concreto que designa una clase natural, un determinado animal mamífero. Saul Kripke (1980) es el primero que eleva la voz contra la teoría descriptiva de la referencia, a raíz del hecho de que los nombres propios no necesariamente satisfacen las descripciones que indican y, a pesar de todo, no se pierde la referencia (Kripke 1980: 202ss)¹.

¹ Por ejemplo, decimos que ‘César es un famoso general romano’ y, aunque no es el único general romano famoso, nos referimos a él sin necesidad de aclarar nada más. Podemos, en cambio, decir que ‘César es el general que conquistó la Galia’, pero en este caso, se presenta otro problema: el término ‘Galia’. Evidentemente, no podemos definirlo como ‘la región conquistada por César’, porque caemos en una monumental petición de principio y si, en

¿Cómo se determina, entonces la referencia? Mediante un cierto “bautismo” (Kripke 1980: 211), un hecho concreto que luego se transmite de un hablante a otro. Kripke no niega la posibilidad de que, al introducir el nombre, se tengan en cuenta algunas características del objeto, pero ello juega sólo un papel secundario. Entonces, todo término referente lo es, en la medida en que posee una cadena histórica que lo conecta con el acto de bautismo en el cual se introdujo².

Putnam (1983) llama la atención sobre el hecho de que la teoría de los nombres propios de Kripke puede extenderse para abarcar términos que designan clases naturales en las teorías científicas. La introducción de un término se vincula con una situación concreta en la que hay un determinado conjunto de fenómenos y se postula la existencia de un agente causal responsable de los mismos. De ahí que esta propuesta se haya dado a conocer como teoría causal de la referencia.

Volvamos ahora al punto de partida: las teorías de la referencia en el marco del debate del realismo científico. Habitualmente vemos que las caracterizaciones de los términos teóricos cambian con facilidad, eso supone que, si adherimos a la teoría descriptiva, será sumamente difícil alcanzar la referencia y, todavía más, conservarla en un cambio de teoría. Con la teoría causal ocurre lo contrario: el término puede recibir sucesivamente diversas caracterizaciones y, a pesar de ello, será considerado referente. Por tal motivo, Laudan (1984: 160-161) eleva con mucha razón una crítica: si tomamos la referencia únicamente como mismidad de rol causal, las afirmaciones sobre continuidad de la referencia se vuelven triviales (son demasiado fáciles

de sostener) y poco interesantes (no sugieren ningún rasgo común que sea relevante a nivel de la estructura causal). Por ejemplo, mediante la teoría de los lugares naturales, Aristóteles intenta explicar los mismos fenómenos que Newton con la teoría de la gravedad. Ahora bien, ¿qué rasgos comunes podemos encontrar entre una y otra teoría para explicar la supuesta continuidad entre ellas? ¿Es posible presentar una teoría de la referencia lo bastante flexible como para adaptarse a los cambios teóricos y, al mismo tiempo, sólida para salvar el referente en sus distintas ocurrencias? Creemos que sí. Algunos autores, entre los que se destaca Stathis Psillos, sostienen que la salida más adecuada consiste en una teoría híbrida que combine la teoría descriptiva y la causal.

Antes de presentarla, debemos tener en cuenta que una teoría de la referencia debe cumplir con dos condiciones. Por un lado, “el peso de la referencia de los términos teóricos descansa en la teoría” (Psillos 2012: 212). En otras palabras, los términos teóricos se definen dentro de una teoría y dependen de ella. Esto se da especialmente para el caso de términos teóricos que refieren a entidades inobservables. La segunda condición es la siguiente: “los términos teóricos son transteóricos” (Psillos 2012: 212). Es decir, pueden referir a la misma entidad, aun cuando ocurran en teorías distintas. El problema es doble: buscamos que se refiera siempre a la misma entidad, o bien, si tenemos dos términos distintos, o bien, si tenemos un solo término que recibe caracterizaciones diferentes en dos teorías. Esta segunda condición anticipa el interés de Psillos de ofrecer una salida viable al problema planteado por la incommensurabilidad.

El punto de partida para una teoría descriptiva causal de la referencia, será la primera condición: es la teoría la que soporta el peso de la referencia. Más específicamente, siguiendo a Enç, “el peso de

cambio, intentamos definir este término de otra manera, sólo estamos trasladando el problema inicial.

2 En otras palabras, si alguien se pregunta a qué refiere ‘electricidad’, debe ir atrás en el tiempo al momento en que se introdujo el término y la entidad o magnitud física allí presente es el referente.

la referencia del término será soportado por las propiedades constitutivas de clase atribuidas al objeto y por el mecanismo desarrollado en la teoría” (1976: 271). Las propiedades constitutivas de clase “son aquellas cuya presencia en un individuo le hacen pertenecer a una determinada clase natural” (Psillos 1999: 278) y al mismo tiempo, “su presencia en diversos individuos les otorga propiedades manifiestas, comportamiento causal y poderes causales lo suficientemente semejantes” (Psillos 1999:278). En última instancia, es la estructura interna del objeto lo que determina sus propiedades constitutivas de clase. Conocer y detallar tal estructura es fruto de la investigación. Por ejemplo: la estructura del agua es H₂O y es por esa composición que tiene las propiedades que tiene (incolora, insípida, etc.). Pero una sustancia bien puede tener las mismas propiedades visibles y, aun así, ser un veneno, porque tiene otra estructura molecular. Entonces, en un primer momento, cuando por el ‘bautismo’ se introduce un término, se suele tener poco claro qué es exactamente el objeto y menos claro todavía qué características tiene. Pero eso no importa, en tanto que al momento de introducir el término, lo fundamental es que haya algo dado “existencialmente” (Putnam 1983: 73). Será tarea de una investigación posterior detallar las propiedades de clase.

Ahora bien, podemos detallar, a medida que progresa la investigación, muchas características que definen el término en cuestión. ¿Cuáles consideraremos como centrales a la hora de analizar si se conserva o no la referencia? Antes de responder a esta pregunta, una breve aclaración, si la descripción de la estructura causal de una entidad es lo suficientemente rica –como consecuencia del desarrollo de la teoría–, debería explicar en virtud de qué mecanismos la entidad ejerce su rol causal (Enç 1976: 273; Psillos 1999: 283). Entonces, consideremos que tenemos dos términos, *a* y *b*, que ocur-

ren en dos teorías distintas –digamos T_a y T_b – y tienen descripciones diferentes. Si son considerados agentes causales de un mismo grupo de fenómenos, lo más probable es que –aunque sean distintos– compartan al menos algunas características. Si éstas, a su vez, sustentan el rol causal del referente, entonces, tal solapamiento de propiedades será suficiente para poder afirmar con certeza que la referencia se mantiene en el cambio de teoría. Tales propiedades constituyen la llamada “descripción causal nuclear” (Psillos 1999: 284).

Recalamos algunos puntos. Primero, la descripción causal nuclear no constituye un conjunto cerrado de definiciones, al contrario, está siempre abierta a adiciones (y ocasionales sustracciones) conforme se desarrolla la teoría. Segundo, si *a* no comparte la descripción causal de *b*, entonces *a* y *b* no tienen el mismo referente. En tercer lugar, no alcanza con que *a* y *b* compartan algunas características: ellas deben, ser propiedades constitutivas de clase y, además, ser las responsables del rol causal que ejercen *a* y *b* para un mismo conjunto de fenómenos. Cuarto, si no encontramos una entidad que pueda satisfacer la descripción causal nuclear asociada a un término, entonces dicho término no refiere a nada. En quinto lugar, surge un interrogante: ¿cuán específica debe ser esta descripción causal nuclear? Por una parte, ha de ser lo bastante exigente, como para asegurar que por medio de ella tomamos una única clase natural. Pero, por el otro lado, no debe ser tan estricta que haga imposible encontrar un referente o adaptarse en un cambio teórico. Por eso es preciso recalcar que la descripción causal nuclear siempre debe estar abierta³.

Hay dos casos paradigmáticos que Psillos analiza y que son útiles para poner a prueba su propuesta. Primero examina la teoría calórica (Psillos 1993), desarrollada a fines del siglo XVIII y principios del

3 Cloro

XIX, que lidiaba con problemas relativos a la causa del aumento y disminución de la temperatura en los cuerpos, la expansión de los gases al calentarlos, la combustión, etc. Sabemos bien que, a fin de explicar los fenómenos mencionados, se postuló la existencia del calórico, una sustancia material e indestructible cuya transferencia de un cuerpo a otro más frío producía un efecto perceptible: el calor. Ahora bien, ¿podemos afirmar que ‘calórico’ es un término referente? Psillos (2012: 224-225) dirá que no, porque no hay una entidad real que tenga las propiedades que se adjudican a este término. En efecto, se consideraba como una parte esencial de su definición el hecho de que fuese una sustancia material, aunque todos los intentos de pesarlo resultaron frustrados (Psillos 1993: 165). Asimismo, los científicos sostenían erróneamente que el calórico podía conservarse en los cuerpos de forma latente y eso explicaría la irradiación de calor a causa de la fricción: ésta liberaría el calórico contenido en el interior de dicho cuerpo. Esto significa que tampoco hubo éxito a nivel causal, porque la teoría calórica no logró dar con el mecanismo responsable del fenómeno. En segundo lugar, presentamos otro cambio de teoría y de términos teóricos: pasamos del “éter luminífero” al “campo electromagnético” (Psillos 1995: 117ss). En esta situación, Psillos sostiene que sí se conserva la referencia. Las investigaciones en torno a la óptica en el siglo XIX, se desarrollaban en dos líneas. Por un lado, se intentaba presentar teorías dinámicas generales que explicasen la propagación de la luz, recurriendo a la mecánica de Lagrange. Por el otro, se proponían modelos acerca de la constitución física del ‘éter luminífero’, es decir, del “portador de la luz” o la sustancia en la cual se propaga la luz. Psillos afirma que la referencia se mantiene en este caso, porque, por un lado, la parte dinámica de la teoría del éter se conservó como un capítulo del electromagnetismo y, por el

otro, los modelos propuestos para explicar la naturaleza del éter, al considerarse heurísticos, no jugaban ningún rol en el aspecto causal. Paralelamente, Maxwell, al proponer la teoría electromagnética, sugirió que no se intentase buscar una representación, un modelo, para el campo electromagnético. Una teoría de la referencia no puede desarrollarse al margen de los hechos, sino que debe ser sometida a prueba en situaciones concretas. Pasemos, ahora sí, a nuestro estudio de caso.

En un primer momento quisimos analizar la noción de ‘órbita’ en las teorías de Aristóteles, Eudoxo, Hiparco, Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler. ‘Órbita’ es un término teórico que designa una entidad inobservable y que se postuló para explicar la trayectoria aparente de los planetas. Es preciso aclarar que no debemos considerarla una simple construcción matemática. Ptolomeo, al menos (podemos agregar a Eudoxo y varios más) consideraban las órbitas como esferas físicas reales compuestas de éter.

El presente estudio de caso, por tanto, requiere determinar cuáles son las propiedades fundamentales que soportan la referencia del término en cuestión dentro del heliocentrismo y examinar si tales aspectos básicos están presentes en los astrónomos antiguos. En pocas palabras, vamos de adelante hacia atrás. Pero empezando a estudiar el caso, nos preguntamos: ¿será posible comparar las teorías antiguas entre sí? Tengamos en cuenta que estamos hablando de teorías que sabemos que son falsas y sus términos centrales, no referentes.

Ahora, una vez que aceptamos que no hay continuidad referencial entre las órbitas de Kepler y, digamos, las de Ptolomeo, se corta la cadena y no se nos permite preguntarnos por la continuidad que hay entre, por ejemplo, las órbitas de Ptolomeo y las de Hiparco, o las de Eudoxo y las de Aristóteles. Pero ésta parece una pregunta interesante:

¿Es lícito plantearse la pregunta por la continuidad de la referencia entre términos que sabemos que no son referentes? Dicho en otras palabras: analizar si un término *a* de una teoría abandonada y un término *b* de una teoría posterior refieren a lo mismo, ¿exige como punto de partida que *b* sea referente? Si debemos suponer el éxito referencial del término *b* para explicar la continuidad referencial entre *a* y *b*, dicha continuidad referencial no puede utilizarse para demostrar el éxito referencial. En pocas palabras, caemos en una petición de principio y la teoría descriptiva causal no puede utilizarse para argumentar a favor del realismo científico⁴.

Si, en cambio, respondemos que no es necesario que un término sea referente para compararlo con otro, se nos presenta una paradoja, porque estaríamos en condiciones de analizar el ‘éxito referencial’ de términos no referentes.

Ahora bien, puesto que no queremos caer en una petición de principio, elegimos la segunda opción. Pero, hay más dificultades. Por un lado, ¿acaso no corre peligro la teoría de la referencia? Ella supone una relación entre un término y una entidad independiente de la mente que, en este caso particular, no existe. Ciertamente, en este punto sería más sencillo proponer una teoría del significado, más que una teoría de la referencia. Pero es ésta y no aquella la que motiva el presente estudio. Esa sería la salida fácil, pero no resolvería la cuestión. Intuitivamente podemos distinguir la referencia del significado. Éste mira la definición del término, mientras que la referencia se concentra en el objeto señalado por el

término. Por ejemplo, sabemos que, antes de que Cervantes publicase la segunda parte del Quijote, salió una versión apócrifa. Ahora bien, ¿señalan ambas obras al mismo personaje, a don Quijote?

Podemos formular nuestra inquietud de otra manera: en un mundo posible en el que la teoría de Ptolomeo sea correcta, Eudoxo y Ptolomeo, por ejemplo, ¿hablan de lo mismo al decir ‘órbita’? De todas maneras, recurriendo a un mundo posible, no llegamos muy lejos tampoco, porque en ese mundo posible, la órbita de Ptolomeo es referente. Es decir, seguiríamos comparando términos teóricos en los que al menos uno, de hecho, tiene referencia.

En segundo lugar, persiste la pregunta: ¿vale la pena preguntarnos si en un mundo posible dos términos refieren a lo mismo? Podemos evitar las dificultades contestando: no. De hecho, notemos que, al analizar la teoría calórica, Psillos quiere probar directamente que el calórico no es referente. Es decir, no vale la pena pensar en justificar una continuidad en la referencia con el oxígeno⁵, como sí sucede con el cambio del éter luminífero al campo electromagnético.

Pero, en realidad, creemos que sí vale la pena. El análisis sigue siendo interesante: debemos plantearnos la pregunta por la referencia supuesta o hipotética, aun cuando no haya referencia real.

Si aceptamos este último punto, veremos que, propiamente hablando, la paradoja no es tal. De hecho, no sabemos con total seguridad si los términos de las teorías que prosperan hoy en día, son referentes. Consideramos que sí, pero para comparar teorías basta con considerar la referencia hipotética. Y posiblemente de-

⁴ Se trata de un problema análogo al que se le presenta al realismo cuando quiere defender la verdad de las teorías. El argumento del no milagro establece que el éxito empírico de nuestras teorías nos permite sostener su verdad (aproximada). Pero es precisamente aceptando la verdad de las teorías actuales que la inducción pesimista busca separar la verdad teórica del éxito empírico, recurriendo al registro histórico (Laudan 1981; Worrall 1989; Lyons 2002; Standford 2003)

⁵ En realidad, en un principio (Psillos 1993), presenta este estudio de caso para refutar la inducción pesimista, pensando, según su propuesta (*divide et impera*) en determinar qué es lo responsable del éxito de la teoría. Más adelante (1999; 2012) adapta el mismo análisis y muestra que ‘calórico’ no es un término referente. Algo similar ocurre con el paso de la teoría del éter luminífero a la del campo electromagnético (Psillos 1995; 1999; 2012)

scubramos más adelante que muchos de los términos de la ciencia de hoy no so, de hecho, referentes.

Ahora bien, podemos considerar la teoría de la referencia, tal y como la propone Psillos, como una parte dentro de la teoría del significado. Se trata de una parte muy importante, ciertamente, porque agrega el vínculo con una entidad. Sin embargo, recordemos que lo que sustenta la referencia de un término, son sus propiedades constitutivas de clase que se determinan mediante la teoría y lo definen. A su vez, ellas constituyen la descripción causal nuclear –resaltamos, descripción. Si el término no es referente, se debe a que la descripción causal nuclear no puede tomar una única clase natural, pero esto no altera la descripción en sí misma. Y, por eso, sigue siendo lícito plantearse si la descripción causal nuclear del término a corresponde o se preserva en la descripción causal nuclear de b.

Se presenta, no obstante, un nuevo problema: ¿acaso no se debilita demasiado el realismo si consideramos la referencia hipotética en lugar de la referencia actual? Recordemos que en el debate del realismo científico, en un primer momento se exigía la verdad de las proposiciones teóricas. Después de la famosa crítica de Laudan (1981), comienza a pedirse la verdad aproximada. Pero dado que ésta también es difícil de probar, varios realistas se vuelcan a la referencia (que es condición necesaria, pero no suficiente para la verdad). Si ahora, además, debilitamos la noción de referencia.

¿Qué le queda al realismo?

Creemos que no es necesario, empero, renunciar a que la teoría de la referencia suponga la referencia real para poder aplicarla. Sólo la ponemos momentáneamente entre paréntesis. Una opción que consideramos viable es partir la teoría de la referencia en dos instancias: la primera, para fijar el referente de un término;

y la segunda, para analizar si entre dos términos hay continuidad en la referencia. Habitualmente uno se figura que, una vez demostrada la referencia, es posible determinar si hay continuidad. Sin embargo, parece factible invertir el orden. Partiendo de una referencia hipotética, analizamos la continuidad referencial entre dos términos. Si demostramos la continuidad, queda abierta la posibilidad de analizar, o no, si se alcanza un referente real. Ciertamente, quedan preguntas abiertas, pero pasemos a nuestro estudio de caso. Queremos comparar las órbitas de Eudoxo y Apolonio, particularmente, la tercera esfera de aquel con el referente de éste. Recordemos que lo que buscamos son los elementos de la descripción causal nuclear, es decir, aquellas propiedades que definen el objeto y, además, son responsables de que éste cumpla su función.

Ya que hemos dejado a un lado la referencia de hecho, podríamos hacer nuestro estudio de caso en el orden inverso al habitual: de atrás hacia adelante. Pero, lo vamos a hacer por temas. Vamos a tomar tres puntos. En primer lugar, consideremos la forma de la órbita. Ambos autores consideran que debe ser circular. Para que cumpla su función, es suficiente con que sea cerrada. Los griegos estaban al tanto de este detalle: ser cerrada justifica el hecho de que la trayectoria sea cíclica. El hecho de ser estrictamente circular parece ser más bien un requerimiento metafísico o una cuestión de comodidad matemática. No obstante, ambos exigen esta característica, de manera que encontramos una coincidencia importante entre sus sistemas. En segundo lugar, ambos hacen coincidir la velocidad de rotación del punto móvil de la órbita con su velocidad media, que es constante. En el caso de Eudoxo, este punto corresponde al eje de la tercera órbita (la primera inmediatamente exterior al par de la hipópede) mientras que para Apolonio se trata del centro del epiciclo. La velocidad

media del planeta resulta fundamental, porque permite establecer el período de rotación del planeta.

En tercer lugar, consideremos qué lleva la órbita. Sabemos que, según Eudoxo, cada planeta tiene distintas esferas. Por ejemplo, Júpiter tiene cuatro esferas a las que Aristóteles agrega tres. Aristóteles llama ‘deferentes’ a las órbitas de la hipópede, porque llevan el planeta. Apolonio, por su parte, afirma que el deferente lleva el epiciclo a través de la eclíptica, de acuerdo con el período tropical del planeta. El epiciclo, a su vez, explica lo mismo que la hipópede, a saber, las retrogradaciones. Hasta acá, aunque las funciones no coinciden exactamente, las órbitas principales llevan órbitas menores (sean esferas interiores o epiciclos) que, a su vez, son las responsables de las retrogradaciones. Y eso puede considerarse otra coincidencia importante. Por lo dicho, podemos decir que hay una continuidad entre Eudoxo y Apolonio, con respecto al término ‘órbita’ y esto es especialmente interesante, considerando que proponen dos modelos astronómicos diferentes. Sin embargo, la continuidad referencial puede verse comprometida a partir de las modificaciones que sufrirá el modelo de Apolonio.

Sabemos que Hiparco introduce la excéntrica para explicar la primera anomalía. La Tierra sigue siendo el centro inmóvil del universo, pero no es ya más el centro de las órbitas. De todas maneras, esto no es incompatible con el modelo de Eudoxo. De hecho, no consideramos el centro de la órbita como un rasgo característico del término. Sin embargo, con Ptolomeo se acentúa la distancia con respecto al modelo de Apolonio. Podemos considerar dos puntos. Por un lado, Mercurio tiene una excéntrica móvil, pero esto no es incompatible con el sistema de Eudoxo. A pesar de que éste considere que el centro de la órbita es la Tierra y es inmóvil, la tercera esfera gira sobre sus polos, en cuyo eje está la Tierra. Pero

los polos de la tercera esfera se mueven según el movimiento de la cuarta esfera, inmediatamente exterior a ella. Podemos decir que no es un rasgo definitorio la coincidencia del centro de la Tierra con el eje de rotación de la tercera esfera.

Por el otro lado, y éste es el punto más conflictivo, es preciso recordar que, a fin de explicar la diferencia de grado de las retrogradaciones, Ptolomeo separa el centro del movimiento uniforme del centro de velocidad uniforme, introduciendo el punto ecuante. Podemos afirmar que esto es, en efecto, una ruptura con el sistema de Eudoxo y la tradición griega, ya que supone introducir un movimiento no uniforme en los cuerpos celestes. Esta última consideración nos hace cuestionarnos hasta qué punto hay continuidad referencial entre los astrónomos antiguos. Se requiere, sin embargo, un estudio más detallado –y que excede el alcance de este trabajo– para determinarlo.

Para concluir, podemos señalar que hay una continuidad referencial (hipotética) entre Eudoxo y Apolonio, la cual puede extenderse al modelo de Hiparco. Sin embargo, la continuidad parece romperse cuando Ptolomeo introduce el punto ecuante. Asimismo, este estudio muestra que es posible plantear la pregunta por la continuidad referencial de términos no referentes y ello no supone un riesgo para la teoría descriptiva causal, a la hora de argumentar por medio de ella, a favor del realismo científico. En efecto, contrariamente a lo que uno supondría, este interrogante sirvió para suscitar reflexiones sumamente interesantes. Vale la pena, entonces, plantearlo. Finalmente, si es posible hacerse la pregunta por la continuidad referencial de los términos teóricos, prescindiendo de su referencia real, entonces estamos en condiciones de comparar prácticamente todas las teorías entre sí. Debemos afirmar, por lo tanto, que los paradigmas no son, después de todo, completamente incommensurables.

Referencias

- Arabatzis, T. (2001) "Can a Historian of Science Be a Scientific Realist?", *Philosophy of Science*, 68/3, Supplement: Proceedings of the 2000 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, part I: Contributed Papers: S531- S541
- Dreyer, J. (1953) *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, New York, Dover, 2 Ed.
- Enç, B. (1976) "Reference of Theoretical Terms", en: *Nous* 10, 3: 261-282
- Evans, J. (1984) "On the Function and Probable Origin of Ptolemy's Equant", en: *American Association of Physics Teachers* 52, 12: 1080-1089
- Evans, J. (1998) *The History and Practice of Ancient Astronomy*, New York/ Oxford, Oxford University Press
- Hacking, I. (1983) *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge, Cambridge University Press
- Hacking, I. (1984) "Experimentation and Scientific Realism" en: Leplin (1984): 154-172
- Kripke, S. (1980) *Naming and Necessity*, Oxford, Blackwell
- Laudan, L. (1981) "A Confutation of Convergent Realism", *Philosophy of Science*, 48/1: 19-49
- Laudan, L. (1984) "Discussion: Realism without the Real", *Philosophy of Science*, 51: 156-162
- Lyons, T. (2002) "Scientific Realism and the Pessimistic Meta- Modus Tollens", en: Clarke, S. y T. Lyons (eds.) *Recent Themes in the Philosophy of Science*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 63-90
- Psillos, S. (1993) "A Philosophical Study of the Transition from the Caloric Theory of Heat to Thermodynamics. Resisting the Pessimistic Meta- Induction", en: (1994) *Studies in History and Philosophy of Science* 25, 2: 159-190
- Psillos, S. (1995) "The Cognitive Interplay Between Theories and Models: The Case of 19th Century Optics", en: Herfel, W., W. Krajewski, I. Niiniluoto y R. Wojcicki (eds.), *Theories and Models in Scientific Processes*, Poznan Studies in the Philosophy of Sciences and the Humanities 44: 105-133
- Psillos, S. (1999) *Scientific Realism. How Science Tracks Truth*, London, Routledge
- Psillos, S. (2012) "Causal- descriptivism and the Reference of Theoretical Terms", en: Raftopoulos, y Machamer, P., *Perception, Realism and the Problem of Reference*, Cambridge, Cambridge University Press: 212-238
- Putnam, H. (1953) "The Analytic and the Synthetic", en: *A Logical Point of View*, Cambridge, Massachussets, Harvard University Press: 20-46
- Putnam, H. (1983) *Philosophical Papers, 3: Realism and Reason*, Cambridge, Cambridge University Press
- Schlick, M. ([1932] 1979) "Form and Content: An Introduction to Philosophical Thinking", en: M. Schlick, *Philosophical Papers*, Vol. II, Dordrecht, D. Reidel: 285-369
- Standford, K. (2003) "No Refuge for Realism: Selective Confirmation and the History of Science", en: *Philosophy of Science*, 70: 913- 925
- Worrall, J. (1989) "Fix It and Be Damned: A Reply to Laudan", en: *The British Journal for the Philosophy of Science*, 40/3: 376-388