

1. EL CAMBIO EN EL CONCEPTO DE INCONMENSURABILIDAD DE KUHN¹

HOWARD SANKEY
Universidad de Melbourne
Australia

1. INTRODUCCIÓN

El año 1962 vio la introducción, por parte de Kuhn y Feyerabend, de la tesis de la inconmensurabilidad de las teorías científicas². Desde entonces, la tesis ha sido debatida ampliamente y ha atraído muchos críticos. Su influencia aún es considerable, particularmente en las áreas de la historia y la filosofía de la ciencia interesadas en el cambio y la elección de teorías. Esta influencia se debe, en gran medida, a la inmensa popularidad de la obra maestra de Kuhn, *La Estructura de las revoluciones científicas*, la cual asegura que la idea de la inconmensurabilidad continúe alcanzando un público amplio. Sin embargo, no es tan ampliamente apreciado que la versión de Kuhn de la inconmensurabilidad ha ido sufriendo, con el tiempo, un proceso continuo de revisión y clarificación. Como resultado de esto, la versión de la tesis por la que Kuhn es mejor conocido difiere notablemente de la versión que él asume en el presente. En este artículo presento un estudio del proceso de cambio, caracterizando las etapas principales por las que transcurre el concepto kuhniano de inconmensurabilidad.

El tratamiento que hace Kuhn de la inconmensurabilidad se divide en la posición inicial y la última, separadas por una etapa de transición³. Originalmente, la noción kuhniana de inconmensurabilidad involucra diferencias semánticas, observacionales y metodológicas

¹ Este texto apareció originalmente en: *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 44, No. 4. (Dec. 1993), pp. 759-774. Fue traducido por Juan Carlos Aguirre García (Universidad del Cauca - Colombia). El traductor agradece al profesor Howard Sankey por su paciencia durante el proceso de publicación de la traducción y por su pertinente gestión para aclarar lo correspondiente al permiso respectivo para la publicación de su trabajo en estos *Cuadernos de Epistemología*, número 4.

² Tanto Kuhn (1970a) como Feyerabend (1981a) aparecieron originalmente en 1962.

³ La fuente para esta posición inicial la constituye el (1970a) de Kuhn. La fase de transición está representada por la 'Posdata' a su (1970a), su (1970b), (1976) y (1979). La última posición se encuentra en su (1981), (1983) y (1989).

entre teorías globales o paradigmas. Su discusión inicial sugería que los defensores de teorías inconmensurables eran incapaces de comunicarse, y que no había recurso a la experiencia neutral o estándares objetivos a la hora de juzgar entre teorías. En los esfuerzos posteriores para clarificar su posición inicial restringió la inconmensurabilidad a diferencias semánticas, y la asimiló a la indeterminación quineana de la traducción. Durante esta fase intermedia, el tratamiento de Kuhn de este problema tendió a quedar incompleto, dando lugar a frecuentes discusiones superficiales⁴. Sin embargo, en años recientes, ha comenzado a desarrollar su posición de un modo más refinado. Su visión actual sostiene que hay fracaso en la traducción entre un conjunto localizado de términos interdefinidos en los lenguajes de las teorías.

Las visiones de Feyerabend, el otro defensor importante de la tesis de la inconmensurabilidad, serán tratadas aquí sólo cuando permitan iluminar algunos aspectos de la posición de Kuhn. Sin embargo, merece la pena indicar brevemente las diferencias principales entre sus visiones. A diferencia de Kuhn, cuya noción de inconmensurabilidad incluía inicialmente factores no semánticos, Feyerabend siempre restringió su uso de la noción a la esfera semántica (1978, pp. 66-67). Feyerabend desarrolló inicialmente su idea de la inconmensurabilidad como una objeción a la cuestión reduccionista de la sucesión teórica, según la cual las teorías anteriores son subsumidas deductivamente por las teorías posteriores que las reemplazan (1981a). Él sostuvo que, debido a la disparidad conceptual entre teorías, las teorías sucesivas pueden carecer de un contenido semántico común; en tal caso, no se obtendría el solapamiento de las clases de consecuencias necesarias para la reducción. Su idea de la inconmensurabilidad difiere de la de Kuhn en que las variaciones semánticas entre las teorías se extienden a la totalidad de los términos observacionales y teóricos empleados por las teorías inconmensurables, mientras que para Kuhn, tales variaciones semánticas tienden a estar confinadas a los subconjuntos centrales de los términos que se encuentran en tales teorías. Aún más, aparte de algunas clarificaciones iniciales (1981b, 1981c) y una aparente extensión de la inconmensurabilidad a las visiones de mundo (1975, capítulo 17), la idea de Feyerabend ha permanecido fundamentalmente inalterada desde su desarrollo original.

⁴ El primer intento serio de clarificación fue publicado alrededor de 1970. Ver la 'Posdata' a su (1970a) y su (1970b). En los siguientes diez años su discusión sobre la inconmensurabilidad fue confinada a breves comentarios en su (1976) y (1979).

2. LA POSICIÓN INICIAL DE KUHN

La inconmensurabilidad figura integralmente en la explicación que hace Kuhn del cambio científico revolucionario en *La estructura de las revoluciones científicas* (1970a). (A menos que se indique de otro modo, las referencias para las citas de la posición inicial de Kuhn, están tomadas de (1970a / 2004⁵). De acuerdo con Kuhn, la actividad científica se divide en períodos de ‘ciencia normal’, interrumpidos periódicamente por episodios de ‘revolución’. La ciencia normal es “investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas” (p. 10/33), y las revoluciones científicas aparecen cuando “un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible” (p. 92/149). La noción más importante aquí es ‘paradigma’. Kuhn toma como paradigmas a las “realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (p. viii/13); como tales, ellos “proporcionan modelos de los que surgen tradiciones particularmente coherentes de investigación científica” (p. 10/34). Sin embargo, Kuhn también usa ‘paradigma’ en el amplio sentido de una estructura teórica global que incluye la “red de compromisos –conceptuales, teóricos, instrumentales y metodológicos” (p. 42/78) de una tradición de investigación normal⁶. Además, “nos indican diferentes cosas sobre la población del universo y sobre el comportamiento de esa población; los paradigmas son la fuente de los métodos, problemas y normas de resolución aceptados por cualquier comunidad científica madura en cualquier momento dado” (p. 103/165).

La transición revolucionaria entre paradigmas está en el núcleo de la argumentación kuhniana y es el punto en el cual entra la inconmensurabilidad. Como aparece en la argumentación de Kuhn, la inconmensurabilidad constituye un impedimento para elegir un paradigma:

⁵ Para las citas correspondientes a los textos de Kuhn disponibles en español se utilizarán tales versiones; por ello, se conservará la referencia original usada por Sankey y, separados por barras, aparecerán tanto el año de la traducción al español, como la página (Nota del Traductor).

⁶ La ambigüedad del uso original que hace Kuhn del término ‘paradigma’ ha sido plenamente advertido: ver, por ejemplo: Shapere (1984a, p. 39) y Masterman (1970). Kuhn posteriormente distingue el paradigma como una “constelación de creencias, valores, técnicas” del paradigma como ‘ejemplar compartido’, refiriéndose a ello como ‘matriz disciplinaria’ y ‘ejemplar’, respectivamente; ver la ‘Posdata’ a su (1970a) así como su (1977a).

“Precisamente por ser una relación entre inconmensurables, la transición entre paradigmas en competencia no puede llevarse a cabo paso a paso, forzada por la lógica y la experiencia neutral” (p. 150/233-234). Debido a la inconmensurabilidad, la decisión entre paradigmas rivales no admite una resolución correcta. Kuhn asemeja el proceso de elección a un “cambio de forma (*gestalt*)” (p. 150/234), y dice: “la transferencia de la aceptación de un paradigma a otro es una experiencia de conversión” (p. 151/235).

La influencia de la inconmensurabilidad es evidente primordialmente en el debate del paradigma: “quienes proponen los paradigmas en competencia se encuentran siempre, por lo menos ligeramente, en pugna involuntaria [y] fracasan al entrar en contacto completo con los puntos de vista de los demás” (p. 148/229-230). La inconmensurabilidad que problematiza así el debate del paradigma se debe ‘colectivamente’, según Kuhn, a los tres factores siguientes:

Los proponentes de paradigmas en competencia estarán a menudo en desacuerdo con respecto a la lista de problemas que cualquier candidato a paradigma deba resolver. Sus normas o sus definiciones de la ciencia serán diferentes (p. 148/230).

En el nuevo paradigma, los términos, los conceptos y los experimentos antiguos entran en relaciones diferentes unos con otros. El resultado inevitable es [...] un malentendido entre las dos escuelas en competencia [...] Para llevar a cabo la transición al universo de Einstein, todo el conjunto conceptual cuyas ramificaciones son el espacio, el tiempo, la materia, la fuerza, etc., tenía que cambiarse y establecerse nuevamente sobre el conjunto de la naturaleza [...] La comunicación a través de la línea de división revolucionaria es inevitablemente parcial (p. 149/231-232).

En un sentido que soy incapaz de explicar de manera más completa, quienes proponen los paradigmas en competencia practican sus profesiones en mundos diferentes [...] al practicar sus profesiones en mundos diferentes, los dos grupos de científicos ven cosas diferentes cuando miran en la misma dirección desde el mismo punto (p. 150/233).

La inconmensurabilidad aparece, entonces, como una relación compleja entre paradigmas que involucra, por lo menos, variación de las normas, disparidad conceptual y dependencia teórica de la observación.

La tesis según la cual no puede apelarse a la observación neutral y que las normas de evaluación de la teoría son internas al paradigma, sugiere una visión relativista de los méritos

epistemológicos de los paradigmas⁷. Pero, si en la ausencia de medios independientes para evaluar paradigmas un paradigma es evaluado por normas dictadas por el propio paradigma, tal evaluación es relativa a la aceptación del paradigma. Sin embargo, Kuhn continúa resistiendo el cargo de relativismo, al sostener que hay valores científicos compartidos independientes de los paradigmas⁸. Pero él insiste en que tales valores fracasan al determinar inequívocamente la elección de la teoría. Esto le permite reiterar, en la ‘Posdata’, el problema de decidir entre paradigmas:

No hay un algoritmo neutral para la elección de teorías, no hay ningún procedimiento sistemático de decisión que, aplicado adecuadamente, deba conducir a cada individuo del grupo a la misma decisión (1970a / 2004, p. 200/304-305).

Aunque Kuhn luego separa el problema metodológico de la inconmensurabilidad como tal, nuestro análisis del tema no se propone ahondar en la cuestión de la variación estándar. En cambio, nos centraremos ahora en los aspectos conceptuales de la formulación inicial que hace Kuhn de la inconmensurabilidad.

El segundo factor que contribuye a la inconmensurabilidad involucra cambio del aparato conceptual: “para llevar a cabo la transición al universo de Einstein, todo el conjunto conceptual cuyas ramificaciones son el espacio, el tiempo, la materia, la fuerza, etc., tenía que cambiarse y establecerse nuevamente sobre el conjunto de la naturaleza” (p. 149/232). Kuhn toma tal cambio conceptual para impedir que las leyes de un paradigma reemplazado, sean derivadas del paradigma que lo reemplazó.

Kuhn indica que no hay identidad entre las analogías de las leyes de Newton con aquellas que sugieren que tales leyes continúan en la física de Einstein como un caso especial. Esto se debe a que las proposiciones de las versiones einsteinianas de las leyes emplean conceptos relativistas que ‘representan espacio, tiempo y masa einsteinianos’, y, por tanto, difieren en significado de las proposiciones que expresan las leyes de Newton:

⁷ La aparente negación de Kuhn de criterios extra-paradigmáticos de elección teórica, ha parecido relativista e irracionalista a muchos comentaristas. Ver, por ejemplo, Scheffler (1967, pp. 74ss) y Shapere (1984a, p. 46).

⁸ Kuhn enuncia valores cognitivos como exactitud, simplicidad, fecundidad, consistencia interna y externa: ver su ‘Posdata’ (1970a, pp. 185, 199). Él discute el problema que surge del peso diferencial de los valores y la aplicación variable del mismo valor en su (1977b).

Las referencias físicas de esos conceptos einsteinianos no son de ninguna manera idénticos a las de los conceptos newtonianos que llevan el mismo nombre. (La masa newtoniana se conserva, la einsteiniana es transformable por medio de la energía. Sólo a bajas velocidades relativas pueden medirse ambas del mismo modo e incluso en ese caso, no deben ser consideradas idénticas). A menos que cambiemos las definiciones de las variables en [la versión einsteiniana de las leyes], los enunciados derivados no serán newtonianos [...] la argumentación no ha logrado [...] lo que se proponía. O sea, no ha demostrado que las leyes de Newton sean un caso limitado de las de Einstein, ya que al transponer el límite, no sólo han cambiado las formas de las leyes; simultáneamente, hemos tenido que modificar los elementos estructurales fundamentales de que se compone el Universo al cual se aplican (pp. 101-102/163-164).

El pasaje revela una convergencia fundamental entre las nociones de inconmensurabilidad de Kuhn y Feyerabend. Al igual que en el uso original que hace Feyerabend de la noción (1981a, pp. 62-69), el argumento de Kuhn contra la derivación de las leyes de Newton de las de Einstein está dirigido contra la cuestión reduccionista del reemplazo de teorías. De hecho, en tanto el fracaso de la derivación es debido a la disparidad conceptual entre las teorías, la noción de inconmensurabilidad de Kuhn parece incluso coincidir con la de Feyerabend⁹. La equivalencia de sus visiones es ampliamente mencionada, debido al hecho que Kuhn combina la afirmación de la disparidad conceptual con un rechazo del lenguaje observacional neutro de los empiristas (pp. 125-129/196-202). Esto sugiere, entonces, que tanto para Kuhn como para Feyerabend la inconmensurabilidad no consiste simplemente en la diferencia de los conceptos básicos de las teorías: también involucra dependencia del significado de los términos observacionales de la teoría en la que ellos ocurren.

Sin embargo, Kuhn sostiene posteriormente que su pretensión era afirmar que sólo una parte de los lenguajes de las teorías inconmensurables difiere en cuanto al significado¹⁰. Esto atenúa el paralelo entre la noción original de inconmensurabilidad semántica de Kuhn y Feyerabend; ya que sugiere que el lenguaje usado para describir observaciones, en tanto no es teóricamente neutral, sólo en parte es semánticamente variable entre teorías.

⁹ Shapere, por ejemplo, explícitamente iguala sus visiones: ver su (1984b, p. 83). La igualdad está implícita en Scheffler (1967, pp. 49-50).

¹⁰ En escritos posteriores, Kuhn es cuidadoso al especificar que la variación del significado es sólo parcial: p. ej. (1970b, p. 267). En el siguiente comentario, él recalca que siempre tiene en mente esto: “«alguna diferencia en algunos significados de algunas palabras [teorías] hay en común» es lo que, con vehemencia, he intentado defender” (en Suppe (1977, p. 506). Debe decirse que esto estaba lejos de ser obvio en la discusión original de su (1970a).

En tanto esto implique que los paradigmas inconmensurables no están semánticamente relacionados en su totalidad, Kuhn tiende en ocasiones hacia una tesis más fuerte. Al menos, esto es aparente a partir del tercer elemento constitutivo de la inconmensurabilidad: es decir, que “quienes proponen los paradigmas en competencia practican sus profesiones en mundos diferentes” (p. 150/232). El (1970a / 2004) de Kuhn contiene numerosos comentarios en los que se deduce que “cuando cambian los paradigmas, el mundo mismo cambia con ellos” (p. 111/176), y “después de una revolución, los científicos trabajan en un mundo diferente” (p. 135/211). Aunque la imagen de “cambio de mundo” usualmente tiene variadas calificaciones, ésta sugiere que la transición entre paradigmas inconmensurables es una transición del “mundo” de un paradigma al “mundo” de otro.

Frecuentemente, tales comentarios sólo quieren enfatizar en la influencia del marco conceptual sobre la percepción, como en este comentario sobre el fracaso a la hora de derivar las leyes de Newton de las de Einstein:

La transición de la mecánica de Newton a la de Einstein ilustra con una claridad particular la revolución científica como un desplazamiento de la red de conceptos a través de la que ven el mundo los científicos (p. 102/164).

Otras veces, Kuhn piensa la diferencia como yendo más allá de la diferencia de percepción:

Los cambios de paradigma hacen que los científicos vean el mundo de investigación, que les es propio, de manera diferente. En la medida en que su único acceso para ese mundo se lleva a cabo a través de lo que ven y hacen, podemos desear decir que, después de una revolución, los científicos responden a un mundo diferente (p. 111/176).

A falta de algún recurso a esa naturaleza fija e hipotética que “veía diferentemente”, el principio de economía nos exigirá decir que, después de descubrir el oxígeno, Lavoisier trabajó en un mundo diferente (p. 118/187).

En tales pasajes, Kuhn parece inclinado a ver el mundo como independiente de la creencia científica y a la percepción como no necesaria.

Kuhn quiere decir que los paradigmas inconmensurables se presentan a los científicos con diferentes “formas (*gestalts*) visuales” del mismo mundo (*cf.* pp. 111-112/176); e insiste en

que “aunque el mundo no cambia con un cambio de paradigma, el científico después trabaja en un mundo diferente” (p. 121/191). Ahora bien, su tendencia a tratar con el mundo más allá de los estados perceptuales o epistémicos del científico, sugiere fuertemente que no hay nada encima o delante del “mundo” presentado por la *gestalt* de un paradigma, o al menos, que el mundo en sí mismo no es relevante a la ciencia. La tensión entre admitir una realidad independiente y desecharla nunca está resuelta de modo claro en la formulación original de Kuhn, y ha terminado en la impresión extendida que su versión de la inconmensurabilidad involucra alguna forma de idealismo¹¹.

Pero la imagen del “cambio de mundo” puede ser interpretada también en un sentido débil como expresando una tesis acerca de la referencia. Esto puede tomarse como la idea que hay una diferencia mayor en la referencia entre paradigmas. Esta interpretación es sugerida por una discusión previamente citada de Kuhn acerca de los conceptos newtonianos e einsteinianos (pp. 101-102/163-164). En ese pasaje Kuhn asevera que “las referencias físicas de esos conceptos einsteinianos no son de ninguna manera idénticos a las de los conceptos newtonianos que llevan el mismo nombre”. Y él explica que “la masa newtoniana se conserva; la einsteiniana es transformable por medio de la energía”, lo cual sugiere que los términos para masa en las dos teorías no tienen la misma referencia. A la luz de tales observaciones, la imagen del “cambio de mundo” puede tomarse para significar que en la transición entre paradigmas inconmensurables, hay un cambio a gran escala en lo que se refiere. Así, hablar del “mundo” de una teoría puede entenderse como hablar acerca del conjunto de entidades con las que la teoría está comprometida y a la cual sus términos supuestamente se refieren.

En resumen, ni siquiera el componente conceptual de la difusa noción original de Kuhn admite un análisis unificado. Los paradigmas que son inconmensurables debido a la variación

¹¹ Para considerar el cargo de idealismo ver Scheffler (1967, p. 19); ampliamente se discute la cuestión en Nola (1980). Existe, sin embargo, fuerte evidencia textual para mostrar que Kuhn no es un idealista que rechaza la existencia de una realidad independiente de la teoría. Como un buen número de autores lo ha anotado, Kuhn trabaja con una distinción entre el mundo cambiante de la teoría y la naturaleza o el ambiente que permanece estable entre las teorías (1970a, pp. 111-112, 114, 125); ver Brown (1983a, pp. 19-20 y 1983b, p. 97). Devitt (1984, p. 132) y Mandelbaum (1982, pp. 50-52). Sin embargo, esto no excluye una forma débil de idealismo que contrapone la realidad independiente de la teoría con la realidad construida y cambiante experimentada por el científico; ver: Hoyningen-Huene (1989).

conceptual no se derivan unos de otros; en el mismo sentido, pueden ser incluso acerca de diferentes mundos; o quizás simplemente no tienen referencia común. Estos elementos dispares comienzan a mezclarse durante la fase de transición que a continuación vamos a considerar.

3. LA FASE DE TRANSICIÓN

En el desarrollo posterior de sus visiones emergen tres puntos generales básicos a la posición de Kuhn. Primero, la comparación directa de teorías requiere su formulación en un lenguaje común: “La comparación punto por punto de dos teorías sucesivas exige un lenguaje en el que al menos las consecuencias empíricas de ambas puedan traducirse sin pérdida o cambio alguno” (1970b / 2002a, p. 266/195). Segundo, tal lenguaje común no está disponible: “No hay lenguaje neutral al que ambas teorías, así como los datos relevantes, puedan traducirse a efectos de comparación” (1979, p. 416/242). Tercero, es imposible la traducción exacta entre los lenguajes de las teorías: “La traducción de una teoría al lenguaje de otra depende... del mismo tipo de compromisos, de ahí la inconmensurabilidad” (1976 / 2002b, p. 191/226). De este modo, a la hora de aclarar la inconmensurabilidad, el problema del fracaso de la traducción entre teorías se convierte en un tema dominante.

La reflexión sobre la traducción ha llevado a Kuhn a esbozar una conexión entre la inconmensurabilidad y la tesis de Quine de la indeterminación de la traducción¹². En resumen, la tesis de Quine afirma que “los manuales para traducir de un lenguaje a otro se pueden configurar de formas divergentes, todas compatibles con la totalidad de las disposiciones del discurso, aunque incompatibles unas con otras” (1960, p. 27). La tesis proviene de una crítica conductista del significado: Quine sostiene que la conducta verbal deja indeterminado el significado; y niega que haya datos sobre el sentido que trasciendan lo que es evidente en tal conducta. La importancia de la tesis consiste en que es una indeterminación en la referencia de los predicados de clase, como lo ilustró Quine con la imaginaria palabra nativa ‘gavagai’ (1960, p. 52). Quine plantea que la referencia de

¹² Kuhn apunta a un paralelo entre inconmensurabilidad e indeterminación de la traducción en muchas ocasiones, por ejemplo: (1970a, p. 202), (1970b, p. 268) y (1976, p. 191). Después, sin embargo, distingue ampliamente las dos nociones (1983, pp. 679-681): ver, además, (1989, p. 11).

‘gavagai’ es inescrutable: la ostensión no determina si se refiere a conejos, a un período en la evolución del conejo, o a partes conectadas del conejo (1969, p. 30), en tanto la traducción del ‘aparato individuador’ del nativo necesite una fina discriminación de la referencia, también es indeterminada (1969, p. 33). Lo inescrutable de la referencia hace que la traducción de los enunciados contenga indeterminados tales términos.

A veces Kuhn da apoyo a la tesis de la indeterminación. Al sostener que la traducción “siempre involucra compromisos”, Kuhn cita la discusión de Quine sobre la indeterminación como evidencia de que “hoy constituy[e] un problema profundo y abierto determinar qué es una traducción perfecta y hasta qué punto una traducción real puede acercarse al ideal” (1970b / 2002a, p. 268/197). Él apela al ejemplo de ‘gavagai’ enunciado por Quine para indicar las dificultades epistemológicas de traducir un lenguaje con conceptos diferentes:

Quine señala que, a pesar de que el lingüista empeñado en la traducción radical puede fácilmente descubrir que su informante nativo pronuncia «gavagai» porque ha visto un conejo, es más difícil descubrir cómo habría que traducir «gavagai» [...] La evidencia relevante para una elección entre [...] alternativas surgirá de una posterior investigación y el resultado será una hipótesis analítica [...] Pero será sólo una hipótesis [...] [El resultado de] cualquier error puede dar como resultado que más tarde surjan dificultades en la comunicación; cuando esto ocurre, estará lejos de resultar claro si el problema reside en la traducción y, si es así, dónde radica la dificultad (1970b / 2002a, p. 268/198).

Sin embargo, en una etapa más tardía, Kuhn busca distanciar su posición de la de Quine. En el siguiente pasaje, él explica cómo sus posturas sobre la referencia y la traducción divergen de las de Quine:

A diferencia de Quine, yo no creo que la referencia en los lenguajes natural o científico sea en última instancia inescrutable, sólo considero que es muy difícil de descubrir y que uno no puede estar nunca absolutamente seguro de que lo ha conseguido. Pero identificar la referencia en un idioma extranjero no es equivalente a proporcionar un manual de traducción sistemático para este lenguaje. Referencia y traducción son dos problemas, no uno, y no hallarán solución a la vez. La traducción implica siempre y necesariamente imperfección y compromiso; el mejor compromiso para uno puede no serlo para otro; el traductor capaz, al repasar de principio a fin un único texto, no procede de un modo totalmente sistemático, sino que debe cambiar repetidamente su elección de la palabra o la expresión, dependiendo del aspecto del original que le parezca más importante preservar (1976 / 2002b, p. 191/226).

En oposición a Quine, Kuhn sostiene que mientras pueda determinarse aquello a lo que se refieren los términos de otro lenguaje o teoría, se puede demostrar que no hay posibilidad de traducirlos de un modo confiable o uniforme.

El reclamo que Kuhn hace a Quine es un tanto equivocado, pues sugiere que la inconmensurabilidad es una forma de la indeterminación de la traducción. Para Quine, la traducción es indeterminada en el sentido que no hay ningún hecho que nos permita resolver la cuestión acerca de cómo traducir de un lenguaje a otro: la indeterminación significa que ningún sentido puede extraerse de una traducción correcta. El argumento de Kuhn, que la traducción involucra compromiso e imperfección, va contra la indeterminación en tanto supone que, al menos en principio, la traducción correcta es posible: la traducción es sólo comprometida si hay algo que se acerca a lo correcto¹³. Como se aclarará a continuación, para Kuhn la inconmensurabilidad implica fracaso de la traducción exacta entre teorías: los términos de una teoría tienen un significado que no puede ser expresado en el lenguaje de otra teoría. Como tal, el requisito de la inconmensurabilidad niega la traducción de una manera que es imposible si la traducción es indeterminada en el sentido de Quine.

Pese a tratar la traducción como el problema básico, Kuhn no otorga en el período de transición un análisis detallado del fracaso de la traducción entre teorías. Lo poco que él dice se centra en una indicación general de la causa y magnitud de tal fracaso. Kuhn explica que la traducción es problemática “entre teorías o lenguajes”, porque las “lenguas seccionan el mundo de diferentes modos” (1970b / 2002a, p. 268/197-198). Las teorías emplean diferentes sistemas de “categorías ontológicas” (1970b / 2002a, p. 270/199) en orden a clasificar los objetos en su dominio de aplicación. En la transición entre el cambio de esquemas de clasificación de las teorías:

Un aspecto de cualquier revolución es, pues, que cambia alguna de las relaciones de semejanza. Objetos que antes se agrupaban en el mismo conjunto, después son agrupados en conjuntos diferentes y viceversa. Piénsese en el Sol, la Luna, Marte y la Tierra antes y después de Copérnico; en la caída libre, y en el movimiento pendular y planetario antes

¹³ Es admitido que si hay una elección entre traducciones incorrectas, uno debería decir que la traducción es indeterminada. Pero para Quine, la indeterminación implica una elección entre traducciones igualmente buenas, no una elección entre unas igualmente malas. Su punto es que hay numerosas traducciones consistentes con la evidencia lingüística, no que no hay ninguna. Para una discusión completa del contraste entre la indeterminación quineana y la inconmensurabilidad kuhniana, ver mi (1991).

y después de Galileo; o en las sales, aleaciones y una mezcla de azufre/limaduras de hierro antes y después de Dalton. Dado que la mayoría de objetos incluso en los conjuntos alterados continúan siendo agrupados juntos, normalmente los nombres de los conjuntos se conservan (1970b / 2002a, p. 275/207).

Tal cambio categorial incluye cambio en el significado, e incluso en la referencia¹⁴, de los términos retenidos:

En la transición de una teoría a la siguiente las palabras cambian sus significados o condiciones de aplicabilidad de modos sutiles. Aunque antes y después de una revolución se usan en su mayoría los mismos signos –por ejemplo, fuerza, masa, elemento, componente, célula–, los modos en los que algunos de ellos se conectan con la naturaleza han cambiado algo. Por eso decimos que las sucesivas teorías son inconmensurables” (1970b / 2002a, pp. 266-267/195-196).

Como sólo cambian algunos de los “conjuntos semejantes”, y sólo algunos de los términos “conectados con la naturaleza” difieren, el fracaso en la traducción que resulta de tal cambio conceptual es de limitada aplicación¹⁵.

Aparte de la idea que la traducción entre teorías incluye compromiso e imperfección, Kuhn hace muy poco en esta fase por clarificar los aspectos semánticos de tal fracaso de la traducción. En ocasiones Kuhn simplifica el problema, dando a entender que si hay cambio en el significado de los términos retenidos, eso sería suficiente para la intraducibilidad. En la cita precedente, por ejemplo, la inferencia de Kuhn desde el cambio de significado hasta la inconmensurabilidad es directa y sin restricción. En otra parte, él plantea que los científicos que “perciben la misma situación de modo diferente” mientras están usando un vocabulario común “deben estar usando distintamente las palabras”, y por tanto, habla de “puntos de vista inconmensurables” (1970a / 2004, p. 200/305). Ese modelo de inferencia sugiere que todo lo que se necesita para que ocurra la inconmensurabilidad es asignar diferentes significados a términos antiguos.

¹⁴ Para cambio de referencia, *cf.* la cita de Kuhn que afirma que “la línea que separa los referentes de los términos «mezcla» y «compuesto» cambia de lugar; antes de Dalton las aleaciones eran compuestos, después mezclas” (1970b / 2002a, p. 269/199).

¹⁵ Hoyningen-Huene (1990), en su discusión sobre el problema de la inconmensurabilidad, hace énfasis en la razones expuestas por Kuhn (1977a) sobre la adquisición de conjuntos semejantes a partir de ejemplares. Sin embargo, este énfasis es erróneo: *lo que* varía en los conjuntos semejantes explica el fracaso de la traducción entre teorías; *cómo* ellos se aprenden, no afecta el problema.

Pero esto hace que la conexión entre cambio de significado e inconmensurabilidad sea demasiado directa. Si la inconmensurabilidad involucra el fracaso en la traducción de una teoría a otra, meros cambios en el significado asignado a las palabras compartidas no son en sí mismos suficientes para que haya inconmensurabilidad. La cuestión es simplemente que un vocabulario puede sufrir cambio de significado sin culminar, necesariamente, en un fracaso en la traducción. Además, tal cambio en el significado de las palabras puede ocurrir de un modo trivial: las palabras pueden reordenar sus significados. Un balance de los significados fijos puede ser reasignado a los distintos términos de un vocabulario dado sin conducir al fracaso de la traducción entre las interpretaciones alternativas del vocabulario.

Un modo menos trivial se refiere a que las palabras singulares con significados idénticos son innecesarias para la traducción: la traducción necesita que no sea palabra-por-palabra. Incluso si hay términos en un lenguaje que no se pueden emparejar con el significado de las mismas palabras en el otro lenguaje, aún puede ser posible traducirlos a partir de combinaciones de términos, o frases, del otro lenguaje. De ahí que un cambio en el significado de algunos de los términos que son retenidos entre las teorías, no conduce necesariamente a una incapacidad para traducir desde el lenguaje de una teoría el lenguaje de otra.

El punto general es que lo que se requiere para el fracaso de una traducción es algo más que un simple cambio de significado. El argumento del fracaso de la traducción parcial sostenido por Kuhn requiere, por lo menos, una incapacidad por parte de alguna teoría para definir los términos que son empleados en otra teoría¹⁶.

Una fuente relevante de oscuridad la constituye el tratamiento que da Kuhn a la relación entre la traducción y la comparación del contenido. Como ya lo advertimos, Kuhn toma “la comparación [de las teorías] punto-por-punto” como requisito para la formulación en un lenguaje común (1970b / 2002a, p. 266/195). Y adopta la inconmensurabilidad para implicar que las teorías no se pueden comparar de tal modo:

¹⁶ El señalamiento según el cual para la inconmensurabilidad se requiere más que una diferencia conceptual, fue hecho con referencia a Kuhn por Feyerabend (1981e, p. 154, n. 54).

Al aplicar el término «inconmensurabilidad» a las teorías, yo sólo quería insistir en que no había un lenguaje común en el que ambas pudieran ser totalmente expresadas y que por tanto pudiera usarse para llevar a cabo una comparación punto por punto entre ellas (1976 / 2002b, p. 191/225-226).

Kuhn niega, además, que la inconmensurabilidad sea construida como incomparabilidad:

La mayoría de los lectores [...] han supuesto que cuando yo hablaba de teorías como inconmensurables quería decir que no podían ser comparadas. Pero «inconmensurabilidad» es un término tomado prestado de las matemáticas, y allí no tiene estas implicaciones. La hipotenusa de un triángulo rectángulo isósceles es inconmensurable con su lado, pero ambos pueden ser comparados con cualquier grado de precisión requerido. Lo que falta no es la comparabilidad, sino una unidad de longitud en términos de la cual ambos puedan ser medidos directa y exactamente (1976 / 2002b, p. 191/225).

Esto es confuso pues plantea la cuestión de cómo puede compararse el contenido de teorías imposibles de expresar en un lenguaje común, si no es a la manera de la comparación punto-por-punto¹⁷.

Sin embargo, mientras niega la comparación en un lenguaje común, Kuhn afirma que “comparar teorías sólo exige la identificación del referente” (1976 / 2002b, p. 191/226), y que “la comparación sistemática de teorías requiere la determinación de los referentes de términos inconmensurables” (1976 / 2002b, p. 198/226, nota al pie número 20). Aunque Kuhn fracasa en la elaboración, él está contrastando implícitamente la comparación ‘punto-por-punto’ con la comparación por medio de la referencia. Él no explica lo que es la comparación ‘punto-por-punto’, pero parece que está operando con una distinción entre comparación directa de enunciados expresados en un vocabulario común, y comparación de enunciados con diferente significado por medio del solapamiento de la referencia.

¹⁷ Siegel señala que la cita de Kuhn parece ser autocontradictoria: “a menos que haya una diferencia sustancial entre ‘comparación’ y comparación ‘punto-por-punto’, Kuhn está diciendo que los paradigmas inconmensurables pueden ser comparados, pero no comparados ‘punto-por-punto’. Esto es equivalente a decir que ellos pueden ser comparados, pero no comparados, lo cual hace poco clara la posición de Kuhn” (1987, p. 61). Siegel está en lo cierto al afirmar que la discusión de Kuhn es vaga; sin embargo, aparentemente ignora la ‘diferencia sustancial’ a la que explícitamente hizo referencia Kuhn cuando habló de comparación por medio de la referencia (ver el siguiente párrafo del texto).

Más específicamente: dos teorías que comparten un vocabulario común invariante en el significado, pueden divergir simplemente con respecto a los valores de verdad que ellas asignan a un conjunto de enunciados comunes. Tales teorías pueden ser comparadas ‘punto-por-punto’ en el sentido que una teoría afirma, precisamente, la misma proposición que la otra niega. Por contraste, las teorías expresadas en un vocabulario que es variante con respecto al significado, pueden aún ser comparadas por medio del solapamiento de la referencia. Esas teorías no afirman o niegan un conjunto común de enunciados; pero, incluso, si sus enunciados no tienen el mismo significado, pueden compararse si los términos constitutivos de sus enunciados tienen la misma referencia. Tal comparación fracasa cuando se hace ‘punto-por-punto’ porque no se trata de acoplar un enunciado afirmado por una teoría con su negación señalada desde otra teoría. También puede fracasar la comparación ‘punto-por-punto’ en otro sentido: como no todos los términos de una teoría necesitan co-referirse con los términos de la otra, no todos los enunciados de las teorías pueden entrar en conflicto por medio de relaciones de co-referencia¹⁸.

Para concluir la discusión del período medio de Kuhn, recojamos los elementos dispersos de su posición original ya mencionada. La concepción original de Kuhn involucra el fracaso de la derivación ‘cambio de mundo’ y cambio indiscriminado de referencia. La imagen que surge de esta fase de transición combina estos elementos de un modo más coherente. Permanece el caso que los enunciados centrales de una teoría no son transmitidos a una teoría con la que es inconmensurable. Sin embargo, dado el planteamiento de Kuhn según el cual el cambio de significado y de referencia se restringe sólo a algunos de los términos de la teoría, se sigue que las teorías inconmensurables comparten un mínimo de vocabulario semánticamente invariante. Como resultado, ni hay cambio completo de referencia, ni el mundo es independiente de la teoría sujeta al cambio. Así pues, la imagen kuhniana del ‘cambio de mundo’ puede ser interpretada como un cambio en las ‘categorías ontológicas’ básicas que las distintas teorías aplican al mundo¹⁹.

¹⁸ La cita de Kuhn acerca de la referencia, indica la aceptación parcial del punto originalmente hecho en este contexto por Scheffler (1967), que la referencia es suficiente para la comparación. Esto es aún más evidente en Kuhn (1979 / 2002c, pp. 412, 417/237, 242) donde, con alguna reserva, asume la teoría causal de la referencia como una “técnica importante para trazar las continuidades entre teorías sucesivas y [...] para revelar la naturaleza de las diferencias entre ellas” (1979 / 2002c, pp. 416-417/242).

¹⁹ Cf. Hacking (1979) y Hoyningen-Huene (1990).

4. LA ÚLTIMA POSICIÓN DE KUHN

La inconmensurabilidad, como se presentó en el período medio de Kuhn, involucra el fracaso parcial de la traducción entre teorías comprometidas con diferentes categorías básicas. Aunque *grosso modo* la posición de Kuhn permanece inalterada en la formulación posterior, los detalles son refinados en su trabajo más reciente, especialmente, su (1983). La última posición de Kuhn es caracterizada por una explicación más matizada del fracaso de la traducción y su conexión con el cambio categorial.

En su (1983) Kuhn esboza una noción de ‘inconmensurabilidad local’ que reclama como su idea original²⁰. La inconmensurabilidad local consiste en el fracaso en la traducción entre agrupaciones localizadas de términos interdefinidos:

Afirmar que dos teorías son inconmensurables [...] afirmar que no hay ningún lenguaje, neutral o de cualquier otro tipo, al que ambas teorías concebidas como conjuntos de enunciados, puedan traducirse sin resto o pérdida [...] La mayoría de los términos comunes a las dos teorías funcionan de la misma forma en ambas; sus significados, cualesquiera que puedan ser, se preservan; su traducción es simplemente homofónica. Sólo para un pequeño subgrupo de términos (que usualmente se interdefinen) y para los enunciados que los contienen, surgen los problemas de la traducibilidad (1983 / 2002d, p. 670-671 / 50).

Así construida, la inconmensurabilidad es una incapacidad limitada para traducir desde un subgrupo local de términos de una teoría a otro subgrupo local de términos de otra teoría. Como tal, el lenguaje periférico a los subgrupos de términos no-intertraducibles constituye un suelo semántico común entre teorías inconmensurables. Por tanto, como Kuhn admite, (1983 / 2002d, p. 671/50) al menos parte del contenido de tales teorías puede compararse directamente.

Kuhn continúa ligando estrechamente el fracaso de la traducción al cambio de clasificación, manteniendo, como previamente lo ha hecho, que los miembros de las clases de ciertas

²⁰ Kuhn nota que “La afirmación de que dos teorías son inconmensurables es más modesta de lo que la mayor parte de sus críticos ha supuesto” y dice que “En la medida en que la inconmensurabilidad era una afirmación acerca del lenguaje, o sea acerca del cambio de significado, su forma local es mi versión original” (Kuhn 1983 / 2002d, p. 671/50).

categorías clave son alterados en la transición entre teorías inconmensurables. Aunque las categorías estén interrelacionadas, tales cambios no son aislados, sino que tienen un efecto holístico:

Lo que caracteriza a las revoluciones es el cambio en varias de las categorías taxonómicas, que son el requisito previo para las descripciones y generalizaciones científicas. Además, ese cambio es un ajuste no sólo de los criterios relevantes para la categorización, sino también del modo en que objetos y situaciones dadas son distribuidos entre las categorías preexistentes. Ya que tal redistribución afecta siempre a más de una categoría, y ya que esas categorías se interdefinen, esta clase de alteración es necesariamente holista (1981 / 2002e, p. 25 / 42-43).

Kuhn explica en su (1983 / 2002d, p. 682-683/69-70) que las lenguas y las teorías despliegan conjuntos de 'categorías taxonómicas' constitutivos de 'estructuras taxonómicas'. Al traducirlas entre ellas, es necesario conservar las categorías; y, debido a la interconexión de las categorías, los lenguajes intertraducibles deben ser de la misma estructura taxonómica. Los problemas de traducción surgen porque "lenguajes [y teorías] diferentes imponen al mundo diferentes estructuras" (p. 682/69); para que la traducción tenga éxito, "la taxonomía debe preservarse para proporcionar categorías compartidas y relaciones compartidas entre dichas categorías" (p. 683/70).

La naturaleza holística del cambio de categoría se refleja directamente en el fracaso de la traducción: la interconexión de categorías es paralela a la interdefinición de los conceptos. Kuhn ilustra esto con algunos casos, arguyendo, por ejemplo, que mientras gran parte del lenguaje usado en la química del flogisto se conserva, "un pequeño grupo de los términos que se conservan, no tiene ningún equivalente en el vocabulario químico moderno" (1983 / 2002d, p. 675/58). Los términos residuales que incluyen 'flogisto' y los que nacieron con él, así como 'elemento' y 'principio', constituyen un conjunto interdefinido no definible en la teoría posterior. Mientras Kuhn está de acuerdo en que varias aplicaciones de tales términos puedan especificarse en el lenguaje de la teoría moderna, niega que sea posible la traducción:

Entre las frases que describen cómo se identifican los referentes del término «flogisto» hay algunas que incluyen otros términos intraducibles, como «principio» y «elemento». Estos términos constituyen, junto con «flogisto», un conjunto interrelacionado o interdefinido que debe aprenderse a la vez, como un todo, antes de que cualquiera de ellos pueda utilizarse para describir fenómenos naturales. Sólo después de que estos términos se hayan aprendido de esta manera se puede reconocer la química del siglo XVIII por lo

que fue: una disciplina que no sólo difería de su sucesora en el siglo XX en lo que tenía que decir sobre sustancias y procesos individuales, sino también en la forma en la que estructuraba y parcelaba una gran parte del mundo químico (1983 / 2002d, p. 676/59).

La traducción entre tales complejos locales de términos fracasa, debido a que el significado de tales términos está determinado en relación con los otros términos del conjunto interdefinido. Los términos que se definen en un conjunto integrado de conceptos no pueden ser traducidos de un modo paulatino en un compuesto alternativo en el que no se obtengan las necesarias relaciones conceptuales.

La noción de un fracaso en la traducción localizada entre conjuntos interdefinidos de términos es la característica central de la última noción de inconmensurabilidad de Kuhn y la modificación más significativa de su posición. Como vimos anteriormente, la tesis de la inconmensurabilidad local no había sido desarrollada en detalle, ni era evidente para Kuhn en la discusión original del problema. Mientras la tesis local es sugerida tangencialmente durante su período medio, el desarrollo explícito de la versión local constituye un paso más en el proceso de clarificación y refinamiento que ha sufrido la versión kuhniana de la inconmensurabilidad.

REFERENCIAS

Brown, H. I. (1983a) "Incommensurability", en: *Inquiry*, Vol. 26, pp. 3-29.

Brown, H. I. (1983b) "Response to Siegel", en: *Synthese*, Vol. 56, pp. 91-105.

Devitt, M. (1984) *Realism and Truth*. Oxford: Blackwell.

Feyerabend, P. K. (1975) *Against Method*. London: New Left Books.

Feyerabend, P. K. (1978) *Science in a Free Society*. London: New Left Books.

Feyerabend, P. K. (1981) *Realism, Rationalism and Scientific Method: Philosophical Papers. Vol. 1*, Cambridge: Cambridge University Press.

Feyerabend, P. K. (1981) "Explanation, Reduction and Empiricism", en: (1981), pp. 44-96.

Feyerabend, P. K. (1981b) "On the "Meaning" of Scientific Terms", en: (1981), pp. 97-103.

- Feyerabend, P. K. (1981c) "Reply to Criticism", en: (1981), pp. 104-131.
- Feyerabend, P. K. (1981d) *Problems of Empiricism: Philosophical Papers, Vol. 2*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. K. (1981e) "Consolations for the Specialist", en: (1981d), pp. 131-167.
- Feyerabend, P. K. (1979) "Review of *The Essential Tension*", en: *History and Theory*, Vol. 18, pp. 223-236.
- Hoyningen-Huene, P. (1989) "Idealist Elements in Thomas Kuhn's Philosophy of Science", en: *History of Philosophy Quarterly*, Vol. 6, pp. 393-401.
- Hoyningen-Huene, P. (1990) "Kuhn's Conception of Incommensurability", en: *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 21, pp. 481-492.
- Kuhn, T. S. (1970a) *The Structure of Scientific Revolutions*, 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1970b) "Reflections on my Critics", en: Lakatos, I. & Musgrave, A. E. (eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 231-278.
- Kuhn, T. S. (1976) "Theory-Change as Structure-Change: Comments on the Sneed Formalism", en: *Erkenntnis*, Vol. 10, pp. 179-199.
- Kuhn, T. S. (1977) *The Essential Tension*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1977a) "Second Thoughts on Paradigms", en: (1977), pp. 293-319.
- Kuhn, T. S. (1977b) "Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice", en: (1977), pp. 320-339.
- Kuhn, T. S. (1979) "Metaphor in Science", en: Ortony, A. (ed.) *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 409-419.
- Kuhn, T. S. (1981) "What are Scientific Revolutions?" Occasional Paper #18, Center for Cognitive Science. Cambridge: MIT (Reimpreso en: Kruger, L., Daston, L. J. y Heidelberger, M. (eds.) *The Probabilistic Revolution*. Cambridge: MIT Press, 1987, pp. 7-22).
- Kuhn, T. S. (1983) "Commensurability, Comparability, Communicability", en: Asquith, P. D. & Nickles, T. (eds.) *PSA 1982, Vol.2*, East Lansing. Michigan: Philosophy of Science Association, pp. 669-688.
- Kuhn, T. S. (1989) "Possible Worlds in History of Science", en: Allen, S. (ed.) *Possible Worlds in Humanities, Arts and Sciences*. Berlin: de Gruyter, pp. 9-32.
- Mandelbaum, M. (1982) "Subjective, Objective and Conceptual Relativisms", en: Meiland,

J. W. & Krausz, M. (eds.) *Relativism: Cognitive and Moral*. Indiana: University of Notre Dame Press, pp. 34-61.

Masterman, M. (1970) "The Nature of a Paradigm", en: Lakatos, I. & Musgrave, A. E. (eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 59-89.

Nola, R. (1980) "'Paradigms Lost, or the World Regained' –An Excursion into Realism and Idealism in Science", en: *Synthese*, Vol. 45, pp. 317-350.

Quine, W.V.O. (1960) *Word and Object*. Cambridge: MIT Press.

Quine, W.V.O. (1969) "Ontological Relativity", en: *Ontological Relativity and Other Essays*. New York: Columbia University Press, pp. 26-68.

Sankey, H. (1991) "Incommensurability and the Indeterminacy of Translation", en: *Australasian Journal of Philosophy*, Vol. 69, pp. 219-223.

Scheffler, I. (1967) *Science and Subjectivity*. Indianapolis: Bobbs-Merrill.

Shapere, D. (1984) *Reason and the Search for Knowledge*. Dordrecht: Reidel.

Shapere, D. (1984a) "The Structure of Scientific Revolutions", en: (1984), pp. 37-48.

Shapere, D. (1984b) "Meaning and Scientific Change", en: (1984), pp. 58-101.

Siegel, H. (1987) *Relativism Refuted*. Dordrecht: Reidel.

Suppe, F. (1977) *The Structure of Scientific Theories*, 2nd ed. Chicago: University of Illinois Press.

VERSIONES DE KUHN AL ESPAÑOL USADAS EN LA TRADUCCIÓN:

Kuhn, T S. (2004) *La estructura de las revoluciones científicas* (Agustín Contin, trad.), México: Fondo de Cultura Económica, 2004.

Kuhn, T. S. (2002) *El Camino desde la Estructura* (Beltrán, A. y Romo, J., trads.), Barcelona: Paidós.

Kuhn, T. S. (2002a) "Consideraciones en torno a mis críticos", en: (2002), pp. 151-210.

Kuhn, T. S. (2002b) "Cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de Sneed", en: (2002), pp. 211-232.

Kuhn, T. S. (2002c) "La Metáfora en la ciencia", en: (2002), pp. 233-245.

Kuhn, T. S. (2002d) “Conmensurabilidad, Comparabilidad y Comunicabilidad”, en: (2002), pp. 47-76.

Kuhn, T. S. (2002e) “¿Qué son las revoluciones científicas?”, en: (2002), pp. 23-46.