

**La Estructura de las Revoluciones Científicas: cincuenta años****The Structure of Scientific Revolutions: fifty years down the road**

León Olivé \*

*La Estructura de las Revoluciones Científicas* fue sin duda uno de los libros más influyentes del siglo XX. Para conmemorar el cincuenta aniversario de su primera publicación, en este artículo se revisa la vigencia de algunos de los conceptos centrales de este libro que si bien, como a veces se ha insistido, no tuvieron toda la originalidad que en un principio se pensó, sin embargo en la formulación kuhniana ejercieron una influencia decisiva en la reflexión sobre la ciencia en la segunda mitad del siglo XX. Se trata de los conceptos de “comunidad científica”, “paradigma”, “cambio de paradigma”, y de “incommensurabilidad”, con las implicaciones de este último para la incommensurabilidad entre paradigmas y entre mundos, y por tanto en las concepciones pluralistas en epistemología y en ontología. Se concluye con una revisión de las limitaciones que actualmente encuentra el aparato conceptual kuhniano para dar cuenta de la actividad científica, a partir del desarrollo, proliferación, y predominancia de los sistemas tecnocientíficos sobre los científicos en el sentido en que surgieron y se desarrollaron a partir de la revolución científica del siglo XVII.

**Palabras clave:** comunidad científica, paradigma, pluralismo, incommensurabilidad, tecnociencia

133

*The Structure of Scientific Revolutions was definitely one of the most influential books of the 20th century. To commemorate the 50th anniversary of its first publication, this article reviews the validity of some of the central concepts of this book. Even though -as it has been stated several times- these concepts have not all the originality that they initially seemed to possess, they have nevertheless exerted a decisive influence on the reflection on science in the second half of the last century. These concepts are those of “scientific community”, “paradigm”, “paradigm shift” and “incommensurability”. The latter one has generated many implications in terms of the incommensurability between paradigms and between worlds, and therefore it has brought many changes to the pluralistic conceptions of epistemology and ontology. This article concludes with a review of some limitations that the Kuhnian conceptual apparatus encounters nowadays in order to account for the scientific activity that came after the development, proliferation and predominance of technoscientific systems over and above scientific systems as we knew them since their emergence in the scientific revolution of the 17th century, and their development during the 18th, 19th and 20th centuries.*

**Key words:** scientific community, paradigm, pluralism, incommensurability, technoscience

\* Instituto de Investigaciones Filosóficas, Universidad Nacional Autónoma de México. El autor agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM el apoyo brindado para la investigación que sustenta el presente artículo por medio del Proyecto Papiit ID 400112. Correo electrónico: leonolive@gmail.com.

## Introducción

Se ha dicho con razón que *La Estructura de las Revoluciones Científicas* fue uno de los libros más influyentes del siglo XX (Kuhn, 1962/2012; de ahora en adelante nos referiremos a este libro simplemente como *La Estructura*). Ciertamente se trata de uno de los libros más vendidos y más citados (véanse, por ejemplo: Jasanoff, 2012; Keiser, 2012; Vargas, 2012). También se ha comentado ampliamente que varias de las importantes ideas de Kuhn en este libro fueron anticipadas por otros autores. Por ejemplo, Ludwik Fleck había articulado desde la década de 1930 el concepto de “colectivos de pensamiento”, que combinaba elementos de los dos conceptos más famosos de Kuhn: “paradigma” y “comunidad científica” (sin embargo, para un análisis de las diferencias, véase: Coen, 2012). Se ha insistido, asimismo, en que Rudolf Carnap había avanzado muchas ideas análogas a las de Kuhn, aunque no ha dejado de haber discusión si el sentido en que Carnap manejó esas ideas puede equipararse a las propuestas de Kuhn (Reisch, 1991; Friedman, 2012).

También se ha señalado que autores como Peter Winch habían expresado previamente algunas de las ideas que Kuhn promovió en *La Estructura*, y lo habían hecho con gran claridad. Por ejemplo Harry Collins (2012), ofrece la siguiente cita de Winch, de su muy conocido libro *The Idea of a Social Science*:

*“To illustrate what is meant by saying that the social relations between men and ideas which men’s action embody are really the same thing considered from different points of view, I want now to consider the general nature of what happens when the ideas current in a society change: when new ideas come into the language and old ideas go out of it. In speaking of ‘new ideas’ I shall make a distinction. Imagine a biochemist making certain observations and experiments as a result of which he discovers a new germ which is responsible for a certain disease. In one sense we might say that the name he gives this new germ expresses a new idea, but I prefer to say in this context that he has made a discovery within the existing framework of ideas. I am assuming that the germ theory of disease is already well established in the scientific language he speaks. Now compare with this discovery the impact made by the first formulation of that theory, the first introduction of the concept of germ into the language of medicine. This was a much more radically new departure, involving not merely a new factual discovery within an existing way of looking at things, but a completely new way of looking at the whole problem of the causation of diseases, the adoption of new diagnostic techniques, the asking of new kinds of questions about illnesses, and so on. In short it involved the adoption of new ways of doing things by people involved, in one way or another, in medical practice. An account of the way in which social relations in the medical profession had been influenced by this new concept would conclude an account of what that concept was. Conversely, the concept itself is unintelligible apart from its relation to general medical practice. A doctor who (i) claimed to accept the germ theory of disease, (ii) claimed to aim at reducing*

*the incidence of disease, and (iii) completely ignored the necessity of isolating infectious patients, would be behaving in a self-contradictor and unintelligible manner” (Winch, 1958: 121-122).*

A pesar de esto, y de que ahora es ampliamente reconocido que el libro de Kuhn no fue, después de todo, tan original como en un principio se consideró, hay tres ideas que siguen siendo válidas y dignas de recordar y revisar cincuenta años después, no sólo porque al tomarlas en serio la reflexión sobre la ciencia ha arrojado frutos valiosos, sino también porque su influencia no sólo se sintió en la historia y la filosofía de la ciencia, sino que se ha extendido a otros campos. Nos referimos a los conceptos de “comunidad científica”, de “paradigma” y su concepto asociado de “cambio de paradigma” (*paradigm shift*), así como al concepto de “incomensurabilidad”, con sus aspectos no sólo lingüísticos, sino epistemológicos y ontológicos.

Éstos son tres de los conceptos más conocidos de *La Estructura*, y ciertamente tienen un significado importante que ejerció una justa influencia en la filosofía de la ciencia y en general en los estudios sobre la ciencia a lo largo de estas cinco décadas. Como ha afirmado Peter Gordon (2012) en su introducción a un conjunto de ensayos que evalúan el camino seguido por *La Estructura* durante estos cincuenta años, no es exagerado decir que desde la aparición del libro “todos nosotros vivimos en un mundo diferente” (Gordon, 2012: 73). “Todos nosotros” presumiblemente se refiere a los filósofos e historiadores de la ciencia, y en general a los estudiosos de la ciencia.

Pero tampoco hay que olvidar, como lo ha señalado Ian Hacking (2012) en su ensayo introductorio a la edición conmemorativa de los cincuenta años de la primera publicación de *La Estructura*, que Kuhn escribió en una época en que todavía reinaba la física. Cincuenta años después la reina es la biología, y en especial la biotecnología, tanto por los fondos que se dedican a ella como por sus consecuencias sociales y ambientales. Estos cambios en el panorama científico y tecnológico global, en las formas de producción de conocimiento y de aplicarlo para transformar la realidad, tienen consecuencias en relación con el alcance del instrumental conceptual desarrollado por Kuhn. En efecto, en las últimas décadas han surgido ciertos fenómenos frente a los cuales este instrumental ya no es el más apropiado para comprenderlos y explicarlos, en particular los conceptos de “paradigma” y de “comunidad científica” encuentran ciertas limitaciones. Adelante me referiré a algunos de estos fenómenos que se han desarrollado en las últimas décadas, aunque ya comenzaban a perfilarse en la época que Kuhn escribió *La Estructura*.

Pero regresemos a los conceptos que en nuestra opinión Kuhn logró imponer y que ejercieron una influencia decisiva en la reflexión sobre la ciencia. Comencemos por “comunidad científica”, para revisar después los conceptos de “paradigma” y “cambio de paradigma”, así como las implicaciones de la incomensurabilidad entre paradigmas y entre mundos.

## Comunidad científica

En el epílogo de 1969 Kuhn aclara este concepto, reconociendo la circularidad que había en su texto original: “Un paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica consta de personas que comparten un paradigma” (293).<sup>1</sup> Y se apresura a puntualizar que no todos los círculos son viciosos, pero reconoce que en este caso se trata de “una fuente de dificultades reales” (idem). Por eso propone una forma para identificar a las comunidades científicas “sin recurso previo a los paradigmas” (293-294). Y añade: “Si hubiera de escribir de nuevo este libro, lo empezaría discutiendo la estructura comunitaria de la ciencia” (294). En este apartado, Kuhn entiende que:

“Una comunidad científica consta de profesionales de una especialidad científica. En una medida sin parangón en la mayoría de los demás campos, estas personas han pasado por procesos semejantes de educación e iniciación profesional, merced a lo cual han absorbido la misma bibliografía técnica, extrayendo de ella muchas lecciones en común (...) los miembros de una comunidad científica se ven a sí mismos y son vistos por los demás como las únicas personas responsables de la prosecución de un conjunto de metas compartidas, incluyendo entre ellas la formación de sus sucesores. Entre dichos grupos la comunicación es relativamente plana y los juicios profesionales, relativamente unánimes” (295).

136

Después Kuhn hace la conocida aclaración de que las comunidades existen en diferentes niveles:

“El más global es la comunidad de todos los científicos naturales. En un nivel sólo ligeramente inferior, los principales grupos profesionales son las comunidades de físicos, químicos, astrónomos, zoólogos y similares. Para estos grandes grupos, la pertenencia al grupo se establece fácilmente excepto en los márgenes. Ordinariamente resulta más que suficiente el tema más general al que se dedican, la pertenencia a sociedades profesionales, así como las revistas que leen. Otras técnicas similares aislarán a los subgrupos más importantes, como los químicos orgánicos, y tal vez los químicos de las proteínas entre ellos, los físicos del estado sólido y de altas energías, los radioastrónomos y demás”.

1. Cuando no se menciona explícitamente otra cosa, los números de página indican referencias a *La Estructura*, segunda edición en español, en la traducción de Carlos Solís, editada por el Fondo de Cultura Económica (México, 2004).

Kuhn concluye estas observaciones afirmando: “Las comunidades de este tipo constituyen las unidades que se han presentado en este libro como aquellas que producen y validan el conocimiento científico” (297). Cabe destacar entonces el mérito de Kuhn al otorgarle un lugar de primer orden a las comunidades científicas para comprender a la ciencia, con lo cual trajo de nuevo a los sujetos al corazón de la epistemología.

La importancia de la recuperación de las comunidades como sujetos de la ciencia ha sido ampliamente subrayado; por ejemplo Coen ha afirmado: “El argumento de Kuhn acerca de la dependencia de la ciencia de normas de comunidades particulares ha sido central para el desarrollo de los estudios sobre la ciencia en y como cultura desde la década de 1980” (Coen, 2012: 109). Contrástese este punto de vista con el del filósofo de la ciencia más influyente en esa época, Karl Popper, y su “epistemología sin sujeto”, como lo articuló en su famosa conferencia de 1967 “*Epistemology without a Knowing subject*”: “El conocimiento, en este sentido objetivo, es totalmente independiente de la pretensión de cualquiera de conocer; también es independiente de las creencias de cualquiera o de su disposición a asentir; o a afirmar o a actuar. Conocimiento en el sentido objetivo es conocimiento sin un conocedor: es conocimiento sin un sujeto que conozca” (Popper, 1972: 109).

La perspectiva que asumió Kuhn, en contraste con una propuesta como la de Popper, como bien lo sugiere Coen, tiene importantes consecuencias para la comprensión de la cultura científica y por lo tanto para las políticas públicas que buscan fortalecer dicha cultura en las sociedades contemporáneas.

137

Con respecto a la cultura científica, podemos distinguir entre la cultura de los científicos, es decir, el conjunto de representaciones, de habilidades, de normas y de valores de los científicos como miembros de sus comunidades y como quienes desarrollan las prácticas científicas. Por otra parte se refiere al conjunto de representaciones, reglas, normas y valores relacionados con las ciencias: representaciones y valoraciones de la ciencia por parte de los miembros de una sociedad que no son científicos. En cualquiera de los dos casos, las representaciones, las normas y los valores con las que se hacen esas valoraciones están ancladas en grupos humanos específicos, de científicos en el primer caso, y de diversos grupos de la sociedad, no científicos, en el segundo.

Entre los elementos que deben considerarse para comprender la cultura científica, en los dos casos, y por tanto para establecer y promover políticas para su fortalecimiento, destacan las normas y los valores. Kuhn fue uno de los autores, ya desde *La Estructura*, que han defendido que los criterios epistémicos en la ciencia (normas y valores epistémicos), y en cada disciplina científica, no son estáticos sino que se transforman conforme se desarrolla la ciencia. Este tema lo retomó de manera explícita en otros trabajos, por ejemplo en “Objectivity, value judgement, and theory choice” (Kuhn, 1977/1982).

Baste recordar el examen que hace Kuhn en este último trabajo sobre la universalidad temporal de ciertos valores, donde de manera explícita sostenía: “Lo que estoy sugiriendo es que los criterios de elección [de teorías] (...) funcionan no

como reglas, que determinen decisiones a tomar, sino como valores, que influyen en éstas (Kuhn, 1982: 355).<sup>2</sup>

Kuhn sostiene -como lo han hecho otros autores- que los valores son inseparables de la acción de aplicarlos, de quienes los aplican y del resultado de dicha aplicación. Esta tesis presupone una noción de “valor” como la que han defendido muchos filósofos, entre otros Mario Bunge (1996: 141): los valores no existen por sí mismos, sino que existen cosas, objetos, acciones, situaciones, relaciones, animales y gente, que ciertos agentes consideran valiosas. De una manera más técnica, puede seguirse la propuesta de Javier Echeverría de considerar a los valores como funciones que se aplican sobre argumentos que pueden ser objetos, creencias, acciones, personas, sistemas, animales, artefactos (Echeverría, 2002).

Esto significa que los valores no existen independientemente de las acciones de evaluación por parte de los miembros de una comunidad determinada. Los valores existen y tienen significado sólo cuando ciertos agentes, los miembros de una comunidad, realizan la acción de evaluar, es decir, valoran algo en circunstancias específicas. De otro modo tenemos solo términos valorativos vacíos (belleza, elegancia, justicia, simplicidad y precisión, entre otros). Pero en cambio, en situaciones específicas decimos que tal acción de una persona fue injusta con otra, o que determinada demostración matemática es simple y elegante, o que tal medición es imprecisa. Pero esto, como ha subrayado Coen, está anclado en comunidades determinadas.

138

Esta tesis también encuentra sostén en trabajos de la sociología de la ciencia que ya hace tres décadas señalaban que si bien cualquier discusión de la estructura normativa de la ciencia no podía dejar de hacer referencia a la aportación de Merton, tanto defensores como críticos de su posición habían dejado de lado el espinoso problema de la relación entre normas y acción social. Por ejemplo, el británico Michael Mulkey subrayaba en 1980 que la relación entre reglas y acción no es causal, sino interpretativa (Mulkey, 1980: 122), por lo que las reglas no son determinantes de la acción.<sup>3</sup>

2. “Cuando los científicos deben elegir entre teorías rivales, dos hombres comprometidos por entero con la misma lista de criterios de elección pueden llegar a pesar de ello a conclusiones diferentes. Quizá interpreten de modos distintos la simplicidad o tengan convicciones distintas sobre la amplitud de los campos dentro de los cuales debe ser satisfecho el criterio de coherencia. O quizá estén de acuerdo en estos puntos pero difieran en cuanto a los pesos relativos que deban asignárseles a éstos o a otros criterios, cuando varios de los mismos tratan de seguirse al mismo tiempo. Con respecto a divergencias de esta índole, no es útil ningún conjunto de criterios de elección. ... debe trascenderse la lista de criterios compartidos y pasar a las características de los individuos que tomaron las decisiones. Esto es, deben tratarse características que varían de un científico a otro sin que, con ello, se ponga en peligro su apego a los cánones que hacen que la ciencia sea científica. Aunque sí existen tales cánones y deben ser descubribles (indudablemente los criterios de elección con los que comencé figuran entre ellos), no bastan, en sí, para determinar las decisiones del científico como individuo” (Kuhn, 1982: 348). Citamos de la traducción al español de 1982.

3. “Me parece que uno de los errores cruciales que prevalecen entre los sociólogos de la ciencia, ya sea que hayan apoyado o criticado la posición mertoniana, ha sido suponer que esta relación es relativamente poco problemática. En otras palabras, la mayoría de nosotros hemos supuesto que, una vez que identificamos las reglas que usan los científicos, podemos aplicarlas a acciones específicas sin ninguna labor de interpretación por parte del analista. Desafortunadamente, al hacer eso hemos pasado por alto una cuestión fundamental

A diferencia del paradigma mertoniano que concibe a la actividad científica como enmarcada en un conjunto de normas transparentes, entendidas como reglas que los científicos “internalizan” y mediante las cuales organizan sus papeles sociales y sus interacciones (Merton, 1973: 225), y donde se supone que tanto los agentes dentro de un contexto científico, como el historiador, el sociólogo o el filósofo de la ciencia, todos, si comprenden la norma comprenderán exactamente lo mismo, bajo esta perspectiva las normas no son reglas que determinen la acción, sino que, como decía Kuhn, más bien constituyen valores que orientan la acción pero que son incompletos, que requieren de complementación, y esa complementación depende de una interpretación que cada agente debe hacer, y por lo tanto se trata de una interpretación situada.

Autores como Mulkay, y Kuhn desde antes, pues, señalaban que uno de los problemas importantes sobre los que habría que avanzar era el de una mejor comprensión de la estructura normativo-valorativa de la ciencia, de la naturaleza de las normas y en particular de la forma en la que operan en la ciencia.

Los ejemplos de Kuhn ayudan para comprender esto. Una teoría científica es valiosa en la medida en que satisface valores como los de precisión, coherencia, alcance, simplicidad, fecundidad. Pero nunca podemos decir que una teoría es precisa o simple, en términos absolutos, sin más. Siempre son científicos de carne y hueso, con intereses y pasiones, con creencias y convicciones, miembros de comunidades específicas, los que consideran que una teoría es precisa, simple o fecunda.

139

Esto da cuenta de la imposibilidad de definir en sentido absoluto y de una vez por todas cada valor particular: precisión, fecundidad, lealtad, honestidad. Lo importante es que en el contexto pragmático los miembros de los grupos humanos coincidan en la interpretación de qué es valioso y puedan en común decidir si un valor específico, en un contexto determinado, se satisface o no, y logren un acuerdo acerca de la medida en que se satisface. ¿Cómo se determina eso? Como insistió Kuhn, eso es algo que se aprende también en las comunidades científicas en el proceso de formación de nuevos miembros. Por eso se requiere del aprendizaje con los miembros más experimentados de la comunidad. No hay recetas por ejemplo para decidir si una demostración matemática es elegante o no, y ni siquiera si es válida o no. Los matemáticos aprenden a decidir sobre la validez de sus demostraciones mediante un entrenamiento en las comunidades matemáticas pertinentes.

Desde este punto de vista se entiende que los valores son omnipresentes e indispensables en toda actividad e institución humana. La ciencia, puesto que es una de ellas, no escapa a los valores. Pero no hay valores absolutos ni permanentes en

señalada por Wittgenstein, a saber, que ninguna regla puede especificar completamente qué cuenta como seguir o no seguir esa regla. Los sociólogos de la ciencia simplemente no se han dado cuenta de que, al argumentar a favor o en contra de la operación de normas particulares, se han comprometido con interpretaciones ocultas de esas normas de maneras que apoyan sus propios puntos de vista, y que sin embargo en cada caso pueden ser vigorosamente desafiadas” (Mulkay, 1980: 111).

la ciencia, todos ellos cambian a lo largo de la historia, pues dependen de los contextos pragmáticos donde cada comunidad científica desarrolla sus prácticas.

El propio Kuhn, a quien con frecuencia se le cita como finalmente habiendo llegado a admitir la existencia de ciertos valores permanentes de la ciencia, lo que reconoció, como se recordará, fue que “si se conserva breve la lista de valores pertinentes - mencioné cinco, no todos ellos independientes- y si se mantiene vaga su especificación, entonces valores como la precisión, la amplitud, y la fecundidad son atributos permanentes de la ciencia” (subrayado añadido). Y enseguida añade: “Pero basta con saber un poco de historia para sugerir que tanto la aplicación de estos valores como, más obviamente, los pesos relativos que se les atribuyen han variado marcadamente con el tiempo y también con el campo de aplicación” (Kuhn, 1982: 359).

Por eso, si pensamos en los valores y criterios de validez epistémica, la unidad de análisis adecuada no es la ciencia en general ni, à la Merton, la institución social de la ciencia y su estructura normativa y de recompensas, sino, como propugnó Kuhn en *La Estructura*, las comunidades científicas particulares.

En conclusión, ni el conocimiento científico, ni los criterios para considerar pretensiones de saber como genuino conocimiento, están aislados de las comunidades donde se producen, utilizan y apropian esos conocimientos. Kuhn tuvo el importante mérito de recuperar esta idea y darle un lugar central para el análisis de la ciencia.

140

### **Prácticas científicas**

En *La Estructura* Kuhn utiliza ampliamente el concepto de práctica científica, pero lo da por sentado y no es un concepto que analice a fondo. Basta repasar el capítulo II, “El camino hacia la ciencia normal”, para toparse constantemente con dicho concepto. Por ejemplo, dice Kuhn: “Al elegir este término [paradigma], es mi intención sugerir que algunos ejemplos aceptados de práctica científica efectiva, ejemplos que incluyen conjuntamente leyes, teorías, aplicación e instrumentación, suministran modelos de los que surgen tradiciones particulares y coherentes de investigación científica” (38). Y continúa:

“El estudio de los paradigmas (...) prepara fundamentalmente al estudiante para convertirse en miembro de la comunidad científica en la que habrá de trabajar más adelante. Puesto que en ella se encuentra con personas que aprendieron los fundamentos de su campo con los mismos modelos concretos, su práctica subsiguiente rara vez despertará discrepancias expresas sobre cuestiones fundamentales. Las personas cuya investigación se fundamenta en paradigmas compartidos se encuentran comprometidas con las mismas reglas y normas de práctica científica” (38).

Como acertadamente lo ha señalado Javier Echeverría (2002: 33), las prácticas científicas se manifiestan en una serie de acciones que consisten por ejemplo en investigar, observar, medir, enunciar, inferir, probar, demostrar, experimentar, publicar, discutir, exponer, enseñar, escribir, premiar, criticar, e incluso podemos agregar desairar y atacar. Y todo esto se valora en la ciencia (positiva o negativamente), de manera que aquello que está sujeto a evaluación es mucho más que sólo los resultados (teorías, teoremas, reportes, demostraciones, experimentos, aplicaciones). En la ciencia se requiere valorar tanto las acciones como sus resultados.

Cuando se analizan políticas públicas para el fortalecimiento de la cultura científica en la sociedad, el punto de vista sobre las normas y valores de las comunidades científicas que comentamos en la sección anterior, combinado con la tesis que otorga un lugar central a las prácticas, no sólo a las científicas, sino a las prácticas sociales en general, tiene consecuencias de largo alcance. En efecto, el problema del fortalecimiento de la cultura científica debe asociarse con el de la apropiación social de la ciencia y del conocimiento científico con el fin de usarlo para la comprensión y resolución de problemas y, en su caso, para la articulación del conocimiento científico con otros tipos de conocimientos. Se trata entonces de una expansión del horizonte de representaciones y de la estructura axiológica de las prácticas de diferentes grupos sociales. Mediante las diferentes prácticas de esos grupos es que puede, y debe, llevarse a cabo la apropiación social del conocimiento científico.

Este fenómeno puede verse también como la articulación de la cultura científico-tecnológica con la cultura de diferentes grupos sociales. El instrumental centrado en el concepto de prácticas permite comprender estas situaciones y proponer formas de fomentar la cultura científica y tecnológica, al mismo tiempo que se mantiene el respeto por la identidad cultural de los diferentes grupos. Este instrumental también permitirá superar las limitaciones, a las que ya he aludido, que la conceptualización de Kuhn enfrenta para dar cuenta de ciertos fenómenos en el contexto actual.

141

Para comprender mejor esta situación conviene recordar que la ciencia se produce y reproduce, como bien lo ha señalado Echeverría (1995), mediante los contextos de investigación o de innovación, enseñanza y difusión o comunicación, evaluación y aplicación, los cuales se traslapan entre sí. La comunicación de la ciencia incluye la divulgación hacia los grupos de no científicos, pero desde luego también ocurre entre pares; asimismo hay comunicación especializada, no sólo entre expertos del mismo campo o disciplina, sino entre miembros de diferentes comunidades científicas (muchas veces mediante la literatura de alta divulgación). Lo mismo ocurre con la enseñanza, en la cual destaca la formación de nuevos científicos, en la enseñanza superior, y la formación de especialistas en una disciplina particular, en el caso de laboratorios de investigación, al frente de los cuales se encuentran científicos con amplia experiencia. Estos contextos existen y se desarrollan por medio de las prácticas, en cuyo seno se dan los procesos de investigación, comunicación, evaluación y enseñanza. Y lo cierto es que en muchos contextos culturales, diferentes de aquellos en donde históricamente se desarrolló la ciencia, se han instaurado instituciones y prácticas científicas. Así que, por un lado, enfrentamos el problema de

la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles educativos, desde el básico al universitario, para estudiantes que no serán científicos. Por otro lado se encuentra el desafío de la apropiación social de la ciencia.

La posibilidad de la enseñanza y la comunicación de la ciencia depende del hecho de que el conocimiento proposicional puede ser aislado de las prácticas donde se generó, y puede ser comprendido y apropiado desde distintos puntos de vista. Los niños y jóvenes, especialmente en el caso de la enseñanza, y los adultos también, sobre todo en el caso de la comunicación de la ciencia, pueden comprender ciertas teorías, modelos y explicaciones que ofrecen las ciencias. Eso puede ocurrir en un solo ámbito, por ejemplo el escolar, y a veces en alguna práctica lúdica. Más interesante es cuando tal conocimiento se incorpora realmente en otras prácticas y las transforma, por ejemplo, en prácticas cotidianas de higiene, pero también en otras productivas como las agrícolas, pesqueras, artesanales, dentro de las cuales el conocimiento es utilizado para comprender y resolver problemas. En estos casos el conocimiento es literalmente incorporado a las prácticas en cuestión, y es cuando podemos decir que se ha articulado la cultura científica con otras. El fortalecimiento de la cultura científica, desde este punto de vista, se refiere a la posibilidad de que elementos de las prácticas científicas (representaciones, normas, valores) se incorporen y se articulen con otras representaciones y formas de actuar, de investigar y de transformar la realidad, propias de las prácticas de grupos sociales que no son científicos.

142

La apropiación social de la ciencia y la tecnología, así como la expansión de la cultura científico-tecnológica significa, entonces, la introducción de representaciones, normas y valores, así como de actitudes científicas y tecnológicas en las prácticas sociales de grupos que no participan en las prácticas científicas y tecnológicas (las de los científicos y tecnólogos), y que tienen su propia cultura. Sin la recuperación que hizo Kuhn del sujeto de la ciencia, por medio de las comunidades científicas, sería muy difícil mantener esta perspectiva sobre la cultura científica, si bien hemos visto la conveniencia de complementarla con un enfoque en torno a las prácticas sociales, y en especial las científicas.

## Paradigma

Se trata de uno de los conceptos más conocidos que la obra de Kuhn puso de moda, a pesar de la imprecisión con la que se presentó en *La Estructura*. Como se recuerda con frecuencia, Margaret Masterman pronto señaló veintiún sentidos distintos del término 'paradigma' en *La Estructura* (Masterman, 1970). No es que el término fuera desconocido antes, pero, como ha señalado Hacking (2012), Kuhn cambió el significado del concepto de paradigma que se tenía en 1962, y muchos autores han subrayado que a partir de eso el uso se popularizó enormemente.

En el epílogo de 1969 a *La Estructura*, Kuhn aclaró que su intención en el texto fue usar el término con dos sentidos diferentes. Por un lado, para hacer "alusión a toda la constelación de creencias, valores técnicos y demás, compartidos por los miembros de una comunidad dada. Por otro, denota un tipo de elemento de dicha

constelación, las soluciones concretas a rompecabezas que, usadas como modelos o ejemplos, pueden sustituir a las reglas explícitas como base para la solución de los restantes rompecabezas de la ciencia normal” (292).

En ese mismo lugar Kuhn sostuvo que, filosóficamente, el segundo sentido era “el más profundo de ambos” (ibid), y llamó al primero el sentido “sociológico”. Contra esta idea de Kuhn, quisiéramos subrayar que el primer sentido tiene profundas implicaciones filosóficas, aunque Kuhn mismo no las desarrolló en *La Estructura* ni poco tiempo después. Pero al verse obligado más adelante a precisar nociones como la de “inconmensurabilidad”, ese sentido del concepto de paradigma adquirió la profundidad que Kuhn mismo no veía inicialmente, al concebirse a los paradigmas como marcos conceptuales que son constitutivos del mundo, o mejor dicho, de los mundos, con lo cual por un lado hizo explícitos sus compromisos kantianos y, por otro, dejó bien sustentada la posición pluralista en epistemología y en ontología, que constituye uno de los rasgos sobresalientes del libro y que ha ejercido una fuerte influencia en la forma de concebir a la ciencia y a su desarrollo.

En efecto, como destacó Ana Rosa Pérez Ransanz (1999) en el libro que hace el análisis más detallado y riguroso del trabajo de Kuhn publicado en lengua española, la tesis central que Thomas Kuhn sostuvo con respecto a las comunidades científicas y los paradigmas, en función de los cuales esas comunidades producen el conocimiento científico, puede entenderse de una manera según la cual cabe interpretar de manera literal, y no como simples metáforas, las enigmáticas frases de Kuhn tales como: “Después de una revolución, los científicos responden a un mundo diferente” (Kuhn, 1962: cap. 9), o “el mundo cambia con el tiempo y de una comunidad a otra” (Kuhn, 1991: 11). Esto es, bajo dicha interpretación es claro que Kuhn asume una posición pluralista en epistemología y también en ontología.

143

El fundamento del argumento a favor de la pluralidad de mundos se encuentra en la posición filosófica que se ha llamado *constructivista*, y que de acuerdo con ciertas interpretaciones puede recibir el nombre de constructivismo “kantiano” porque se inspira en ideas de Emmanuel Kant (cf. Pérez Ransanz, 1999: cap. 7). El constructivismo de tipo kantiano, implícito en gran parte del trabajo de Kuhn, y sólo parcialmente desarrollado por él, sostiene que la realidad es determinante para el contenido de las teorías científicas, pero también es determinante el esquema conceptual, o el paradigma, desde el cual se trabaja. La confluencia de estas dos determinaciones constituye a los mundos en los que habitan y con los que interactúan los seres humanos, en particular, los científicos que trabajan con un determinado paradigma.

Para ponerlo en los términos sugeridos por el filósofo norteamericano Richard Boyd (Boyd, 1992: 167), la tesis central de este tipo de constructivismo es que los marcos conceptuales tienen una fuerte implicación ontológica: son constitutivos de los objetos de conocimiento, y el mundo formado por esos objetos, como dice Kuhn, es “lo que en general se llama, ‘el mundo real’”. De esta manera, la concepción kuhniana tiene un profundo interés epistemológico, pero también ontológico, pues se trata en sentido literal de la construcción del mundo al que se refieren las teorías científicas, y con el que interactúan los científicos. Esto implica resaltar el importante papel de los

presupuestos epistemológicos y metafísicos de los métodos y las teorías, de las actividades y de las prácticas científicas, en la constitución de los objetos reales. (Al respecto véanse: Pérez Ransanz, 1999: cap. 7; Olivé, 2012<sup>a</sup>: cap. 10).

El constructivista kuhniano hace hincapié en que los hechos y objetos a los cuales nos referimos por medio de nuestro lenguaje y de nuestras teorías existen en virtud, conjuntamente, de una realidad independiente y de los esquemas conceptuales. Los objetos postulados por las teorías científicas, y por las creencias en general, a veces son reales, es decir, a veces las teorías aciertan y a veces no son reales: a veces las teorías se equivocan. En ocasiones hay teorías que aunque postulen objetos que no existen en la realidad, son útiles para hacer predicciones y para manipular fenómenos.

En una conferencia de 1990, publicada el año siguiente, el propio Kuhn aseveraba que “son los grupos, y las prácticas de grupos lo que constituye a los mundos (y son constituidos por ellos). Y la práctica-en-el-mundo de algunos de esos grupos, es la ciencia” (Kuhn, 1991: 11). Pero a continuación de la observación de que el mundo cambia con el tiempo y de una comunidad a otra, Kuhn anotó: “sin embargo es todavía el ‘mundo real’”. Esto que parece un acertijo, se vuelve inteligible al subrayar que el constructivismo kuhniano permite entender que mediante el conocimiento científico haya un genuino acceso epistémico a la realidad. Esta tesis, como lo ha subrayado Pérez Ransanz (1999), se fundamenta en las ideas centrales del realismo interno, o realismo pragmático, como lo ha defendido Hilary Putnam (1987).

144

El realismo interno de Putnam sostiene que es imposible tener una visión del mundo que no esté situada en algún punto de vista específico; es imposible tener un punto de vista desde ninguna parte (Putnam, 1990: 28). Pero más aún, no existe ningún conjunto fijo de objetos en el mundo que sea independiente del lenguaje; y no hay ninguna relación fija entre los términos de un lenguaje y sus extensiones (idem, 27). La respuesta a la pregunta ¿cuántos objetos hay en el mundo? (diferente de: ¿cuántos objetos creemos que hay en el mundo?), depende del marco conceptual que los seres humanos usen para interactuar con la realidad y para producir conocimiento de esa realidad, en particular depende de la concepción de objeto dentro de ese marco conceptual.

En suma, puesto que los objetos y hechos del mundo dependen del marco conceptual a disposición de los agentes que interactúan con ellos, y puesto que hay una amplia diversidad de marcos conceptuales, la posición kuhniana sostiene la existencia de una diversidad de mundos, es decir, una posición pluralista en epistemología y en ontología.

### **Pluralismo y constructivismo**

La principal idea de la concepción pluralista es que las sociedades reales se componen de comunidades y de culturas diversas, cada una con diferentes estrategias y formas de obtener conocimientos acerca del mundo, estándares de evaluación cognoscitiva, moral y estética (cf. Rescher, 1993). Más aún, el pluralismo

acepta que no existe ningún grupo único de estándares de validez absoluta para la evaluación de los diversos sistemas cognoscitivos y morales.

¿En qué difiere el pluralismo con respecto al relativismo? El punto de vista pluralista coincide con el relativismo en rechazar que los estándares de evaluación sean absolutos e inmutables. Pero mientras el relativismo considera que no tiene sentido plantearse el problema de la corrección de los estándares de validez y propone, más aún, que la evaluación de creencias o de acciones depende sólo del grupo humano cuyas creencias o acciones han de ser evaluadas, es decir, depende sólo del propio sistema de creencias, valores y fines de ese grupo, desde el punto de vista pluralista los estándares de validez sí son susceptibles de considerarse como correctos o no, es decir, se conciben como corregibles y se reconoce que eso obedece a que hay restricciones que impone la realidad para las normas metodológicas en el terreno epistémico.

Esto significa que el pluralista reconoce la existencia de una realidad que constriñe lo que es correcto creer acerca del mundo y lo que es posible concebir como moralmente correcto. Los *objetos* y los *hechos*, para el pluralista, son reales, pero no son independientes de los marcos conceptuales a disposición de los agentes que interactúan con ellos. Así, la idea de hecho que acepta el pluralista no es la idea de hechos absolutos e independientes de todo marco conceptual y sistemas de prácticas humanas. Los hechos son reales, pero son aspectos de la realidad “recortados” desde cada punto de vista, y reconocibles sólo desde algún punto de vista particular. Pero esto no significa que un cierto hecho pueda ser reconocido sólo desde un único punto de vista. Hay hechos que pueden ser reconocidos desde puntos de vista diferentes, y así es posible la comunicación entre miembros de diferentes comunidades que tienen distintos marcos conceptuales o paradigmas. Aunque a veces habrá hechos reconocibles desde un punto de vista que no pueden identificarse ni concebirse desde algún otro. Esto es lo que Thomas Kuhn llamó inconmensurabilidad de paradigmas o de “puntos de vista”, y que ahora vemos que puede extenderse a una inconmensurabilidad entre mundos.

145

Por eso la dificultad para comprenderse recíprocamente entre científicos que trabajan con distintos paradigmas, o entre miembros de grupos que tienen diferentes marcos conceptuales, no es sólo el problema lingüístico de si las partes pueden traducir el lenguaje de los otros con quienes interactúan y dialogan, sino que se trata de que los distintos grupos, con diferentes marcos conceptuales, viven en mundos diferentes. Pero del reconocimiento de que los hechos del mundo son diferentes según los recursos conceptuales y culturales de los que se dispone, no se sigue una imposibilidad de interpretar a los otros y de llegar a acuerdos sobre cuestiones de interés común, lo cual subrayó Kuhn en su artículo “Commensurability, Comparability, Communicability” (1982). Aunque tampoco parece viable, ni deseable, el llegar a una única visión del mundo y a una sola concepción moral.

Sin embargo, a diferencia del relativista, el pluralista admite que muchos hechos pueden ser reconocidos desde diferentes puntos de vista. Por eso en una interacción transcultural es importante ponerse de acuerdo sobre cuáles son los hechos relevantes, pero antes de eso habrá que asegurarse si es posible reconocer los

mismos hechos desde los diferentes puntos de vista. Una vez establecido el acuerdo acerca de los hechos, deberá procederse a buscar el acuerdo acerca de cuáles son las normas metodológicas, o morales en su caso, y finalmente jurídicas, aceptables en ese contexto de la interacción.<sup>4</sup>

*El constructivismo y el pluralismo se conectan de la siguiente manera.* Lo que llamaremos *un mundo* es el conjunto de objetos y de relaciones entre ellos, tal y como son constituidos a partir de ciertos esquemas conceptuales y conjuntos de prácticas de los miembros de comunidades específicas, en sus interacciones con la realidad. Esta es la tesis constructivista.

La tesis pluralista es que los conjuntos de prácticas y de esquemas conceptuales de los que disponen las comunidades epistémicas y culturas son, por lo general, diferentes. Muchos de ellos conducen a un conocimiento legítimo de la realidad, y no hay razones para creer que converjan hacia una única, verdadera y completa descripción de la realidad -y más bien hay razones para pensar que eso es imposible. Con base en lo anterior concluiremos que *existen diferentes mundos de hecho*. Con esto daremos sentido a la tesis de que los miembros de comunidades lingüísticas diferentes, o de diversas comunidades científicas, viven en mundos diferentes.

### **Incomensurabilidad**

146

Dos visiones del mundo, o dos marcos conceptuales, son inconmensurables en el nivel epistemológico si no existe un patrón o criterios comunes para decidir cuáles de entre las creencias que se aceptan según uno u otro marco conceptual son correctas o incorrectas. Más aún, si dos marcos son inconmensurables en el nivel epistemológico, algunas creencias aceptables desde un punto de vista pueden ser imposibles de representarse desde el otro.

La obra de Kuhn sugiere persuasivamente que se debe tomar en serio la idea de que comunidades científicas diferentes, con diferentes paradigmas, es decir, con diferentes concepciones básicas, diferentes estándares de evaluación, diferentes normas metodológicas y diferentes presupuestos metafísicos, en un sentido literal viven en mundos distintos. La diversidad conceptual, la diversidad de concepciones del mundo, implica una diversidad de mundos, y estos mundos pueden ser inconmensurables, lo cual significa que no existe un estándar común que permita identificar a todos los objetos y las relaciones entre ellos en los dos mundos.

Pero Kuhn también mostró que admitir todo esto no implica renunciar a la racionalidad científica, ni a la racionalidad a secas. Por el contrario, es posible aceptar la diversidad de concepciones del mundo y la diversidad de mundos, y sin embargo mantener la posibilidad de llegar a acuerdos racionales en el terreno de las concepciones y de las acciones científicas. Una de las contribuciones mayores de *La*

4. Una explicación y desarrollo detallado de esta posición pluralista se encuentra en Olivé, 2012b: caps. 5 y 6.

*Estructura* consistió en proponer una novedosa manera de comprender a la racionalidad científica.<sup>5</sup>

### **Limitaciones surgidas a partir del desarrollo científico-tecnológico: la tecnociencia**

Comentamos antes algunas maneras de comprender la cultura científica, refiriéndonos a la ciencia que surgió con la revolución científica de los siglos XVI y XVII. Pero cuando nos referimos a la tecnociencia que surgió en el siglo XX, concepto que elucidamos brevemente adelante, encontramos problemas diferentes, pues los sistemas tecnocientíficos tienen características distintas a los científicos ya que pueden afectar a muchas regiones y a muchos grupos sociales a lo largo y ancho del planeta, y en ocasiones a todo el planeta, como ocurre con el cambio climático, la liberación de organismos genéticamente modificados al ambiente, con los flujos de información por medio de redes satelitales. Esto tiene que ver con el aspecto técnico de la tecnociencia, es decir, con su capacidad de intervención y transformación del entorno.

La “tecnociencia” se refiere a los sistemas de generación de conocimiento y de intervención en la realidad que paulatinamente han desplazado en importancia social y económica a los sistemas científicos y tecnológicos surgidos, respectivamente, de la revolución científica del siglo XVII y la industrial del XVIII. Se trata de sistemas constituidos por complejos de saberes, de prácticas y de instituciones en los que colaboran conjuntamente equipos de científicos, de tecnólogos, de gestores y administradores, que por lo general requieren grandes financiamientos, y donde además de los intereses propiamente epistémicos (en la generación de conocimiento) se involucran intereses económicos, y en muchos casos también políticos y militares. Ejemplos paradigmáticos de tecnociencia se encuentran en la investigación nuclear, en la investigación espacial, en la biotecnología y en la investigación genómica, en la informática y en el desarrollo de las redes telemáticas. Suele mencionarse al proyecto Manhattan -la construcción de la bomba atómica- como uno de los primeros proyectos tecnocientíficos (cf. Echeverría, 2003, y Olivé, 2007).

147

Cuando un campesino de la sierra de Oaxaca en México siembra sin saberlo una semilla de maíz transgénico, su entorno, su mundo, ha sido invadido violentamente por la fuerza expansiva de las transformaciones sociales y ambientales que provoca la ingeniería genética, no en abstracto, sino como práctica tecnocientífica que está dominada por intereses y valores económicos que en el contexto globalizado en el que vivimos afectan casi a todas las prácticas de todas las sociedades y culturas.

Esto nos lleva a la siguiente tesis: los sistemas tecnocientíficos tienen la capacidad de transformar el entorno donde funcionan, y esto incluye cambios en ciertas prácticas sociales y por tanto en el entorno en que se desenvuelven esas prácticas.

5. Para una amplia discusión de autores iberoamericanos en torno a la racionalidad, especialmente en ciencia y tecnología, en donde queda clara la influencia de Kuhn, véase: Pérez Ransanz y Velasco, 2011.

La tecnociencia ha producido el fenómeno llamado globalización, al menos en la acepción dominante hoy en día, uno de cuyos rasgos centrales es la interdependencia económica y el trasvase cultural de todos los países y regiones del planeta, debido en gran medida al desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, y con ello ha generado un traslape de los dominios ontológicos y por tanto de acción de las diferentes prácticas sociales que realizan distintos grupos humanos. De ahí que muchos problemas sean comunes a muchas prácticas en diferentes partes del mundo.

Ahora bien, es frecuente encontrar hoy en día a dos egresados de una misma universidad, incluso de un mismo laboratorio, defendiendo puntos de vista diametralmente opuestos en torno a ciertos temas controvertidos sobre los efectos de determinados sistemas tecnocientíficos. En términos de Kuhn, los egresados de un mismo laboratorio pertenecerían a una misma comunidad científica y por lo tanto compartirían valores (epistémicos, metodológicos y probablemente éticos también), así como supuestos metafísicos y concepciones sobre su propia disciplina. Pero ahora los podemos ver defendiendo posiciones antagónicas, por ejemplo sobre la conveniencia o no de liberar maíz transgénico al ambiente. ¿Cómo podemos explicar esto que, al parecer, escapa al aparato kuhniano?

148 Recurriendo de nuevo al instrumental conceptual de las prácticas, podemos seguir sosteniendo la diversidad de las mismas, no sólo en cuanto al tipo de agentes que forma parte de cada una, sino en cuanto a su estructura axiológica y su entorno. En prácticas distintas observamos diferentes valores y principios al nivel más básico de cada una; los agentes que actúan conforme a la estructura axiológica de cada práctica por tanto aplican diversos valores, y en definitiva los mundos en donde se desarrollan las prácticas son diferentes, aunque son mundos que se entrelazan, se traslapan y afectan unos a otros, como no podría dejar de ser en la era de la globalización.

Así pues, podemos comprender por qué los valores y criterios que guían y aplican ciertos grupos de científicos son diferentes de los que guían y aplican otros grupos dentro de una misma disciplina, pues los valores se conforman dentro de cada práctica específica y cada una a la vez está condicionada por el contexto de intereses donde se desarrolla. No son lo mismo las prácticas de los científicos al servicio de empresas donde la ganancia económica es un valor central, y donde por consiguiente el secreto científico (mientras no se tiene la patente) es valioso, al igual que el espionaje y hasta el plagio, que las prácticas de grupos de científicos al servicio de instituciones públicas de investigación, para quienes lo valioso puede ser más bien ofrecer al resto de la sociedad un conocimiento confiable para enfrentar ciertos riesgos o para legislar con respecto a determinados temas, digamos acerca de la bioseguridad, por lo cual considerarían al secreto como un disvalor.

En suma, como bien lo ha señalado Hacking (2012), Kuhn desarrolló un instrumental conceptual que resultó muy útil para comprender el surgimiento y desenvolvimiento de la ciencia moderna que apareció con la revolución científica de los siglos XVI y XVII. Pero el vertiginoso desarrollo científico-tecnológico de las

últimas cinco décadas ha hecho que aparezcan fenómenos para los cuales el instrumental kuhniano parece tener límites.

Pero la apabullante presencia de la tecnociencia, en cuanto a los recursos que recibe, y sus efectos sociales y ambientales, no ha eliminado ni a la ciencia que podemos llamar tradicional (la que surgió con la revolución científica), ni a las comunidades científicas, ni a sus paradigmas. El legado de Kuhn sigue siendo de lo más valioso que tenemos, aún cincuenta años después de la publicación de *La Estructura*, para comprender y analizar a la ciencia. Además este instrumental ha tenido una enorme influencia en otros campos, por ejemplo en el análisis de la problemática de las relaciones interculturales (véase, por ejemplo: Olivé, 2012b).

Por todo lo anterior, *La Estructura*, junto con las refinaciones conceptuales que Kuhn articuló en muchos trabajos después de su publicación, constituye aún hoy en día la fuente en la que conviene que bebamos para comprender no sólo muchos de los aspectos de la ciencia y de su desarrollo, sino también de muchos otros fenómenos contemporáneos a los que fructíferamente podemos aplicar el instrumental que Kuhn forjó y nos legó.

## Bibliografía

BOYD, R. (1992): "Constructivism, realism and philosophical method", en J. Earman (ed.): *Inference, Explanation and other Frustrations*, Berkeley, University of California Press, pp. 131-198.

BUNGE, M. (1996): *Ética, Ciencia y Técnica*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana.

COEN, D. R. (2012): "Rise, Grubenhund: on provincializing Kuhn", *Modern Intellectual History*, vol. 9, pp 109-126

COLLINS, H. (2012): "Comment on Kuhn", *Social Studies of Science*, vol.42, nº 3, 420-423.

ECHEVERRÍA, J. (1995): *Filosofía de la Ciencia*, Madrid, Ediciones Akal.

ECHEVERRÍA, J. (2002): *Ciencia y Valores*, Barcelona, Ed. Destino.

ECHEVERRÍA, J. (2003): *La Revolución Tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.

FLECK, L. (1935): *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einfu\_hrung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Basilea, Schwabe und Co.

FLECK, L. (1979): *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, Madrid, Alianza Editorial, 1986.

FRIEDMAN, M. (2012): "Kuhn and Philosophy", *Modern Intellectual History*, vol. 9, nº 1, pp. 77-88.

GORDON, P. E. (2012): "Forum: Kuhn's Structure at fifty, Introduction", *Modern Intellectual History*, vol. 9, pp 73-76.

HACKING, I. (2012): "Introductory Essay to The Structure of Scientific Revolutions, 50th Anniversary Edition", *Chicago*, University of Chicago Press.

KEISER, D. (2012): "In retrospect The Structure of Scientific Revolutions", *Nature*, vol. 484, p. 183.

JASANOFF, S. (2012): "Genealogies of STS", *Social Studies of Science*, vol. 42, nº 3, pp. 435-441.

KUHN, T. (2012): *The Structure of Scientific Revolutions: 50th Anniversary Edition*, University of Chicago Press. Traducción española: *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, traducción de Carlos Solís, segunda edición, Fondo de Cultura Económica, México, 2004.

KUHN, T. (1977): *The Essential Tension*, The University of Chicago Press. Traducción al español: *La Tensión Esencial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982.

150 KUHN, T. (1982): "Commensurability, Comparability, Communicability", *PSA Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Volume Two: Symposia and Invited Papers, pp. 669-688.

KUHN, T. (1991): "The road since Structure", *PSA*, vol. 2, pp. 3-13, *Philosophy of Science Association*.

LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. (1970): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press.

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

MERTON, R. K. (1942): "The normative structure of science" (publicado originalmente como "Science and Technology in a Democratic Order"), en R. K. Merton (1973), pp. 267-278.

MERTON, R. K. (1973): *The Sociology of Science, Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press.

MULKAY, M. (1980): "Interpretation and the use of rules: the case of the norms of science", en T. F. Gieryn (ed.): *Science and Social Structure: A Festschrift for Robert K. Merton*, Transactions of The New York Academy of Sciences, series II, vol. 39, pp. 111-125.

OLIVÉ, LEÓN (2007): *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, México, Fondo de Cultura Económica.

OLIVÉ, LEÓN (2012<sup>a</sup>): *El Bien, El Mal y La Razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*, (2a ed.), México, UNAM.

OLIVÉ, LEÓN (2012b): *Multiculturalismo y Pluralismo* (2a ed.), México, UNAM.

PÉREZ RANSANZ, A. R. (1999): *Kuhn y el cambio científico*, México, Fondo de Cultura Económica.

PÉREZ RANSANZ, A. R. y VELASCO, A. (2011): *Racionalidad en ciencia y tecnología. Nuevas perspectivas iberoamericanas*, México, UNAM.

POPPER, K. (1972): "Epistemology Without a Knowing Subject", *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*, Oxford, Clarendon Press.

PUTNAM, H. (1987): *The Many Faces of Realism*, Open Court, Lasalle, Ill.

PUTNAM, H. (1990): *Realism with a Human Face*, Cambridge, Harvard University Press.

REISCH, G. (1991): "Did Kuhn Kill Logical Empiricism?", *Philosophy of Science*, vol. 58, pp. 264-77.

RESCHER, N. (1993): *Pluralism*, Oxford, Oxford University Press.

VARGAS, R. (2012): "Cómo (casi) perder un clásico", *La Gaceta del Fondo de Cultura Económica*, n° 501, p. 13.

WINCH, P. G. (1958): *The Idea of a Social Science*, Londres, Routledge and Kegan Paul.