

De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia

From the philosophy of science to philosophy of technoscience

JAVIER ECHEVERRÍA*

Profesor de Investigación Ikerbasque

Resumen: Este artículo describe los cambios experimentados por la filosofía de la ciencia durante la segunda mitad del siglo XX. Parte del positivismo lógico y comenta el giro naturalista, el giro historicista, el giro cognitivo y la concepción CTS de la ciencia y la tecnología. Se afirma que una filosofía del conocimiento científico no es suficiente para analizar y reconstruir la tecnociencia contemporánea, que difiere en muchos aspectos de la ciencia moderna. Como conclusión, se propone una filosofía de la práctica científica y tecnocientífica, que vincule estrechamente la filosofía de la ciencia y de la tecnología.

Palabras clave: Filosofía de la ciencia, Filosofía de la tecnología, Filosofía de la tecnociencia, Filosofía de la práctica científica, Estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad).

Abstract: This paper describes the changes in philosophy of science during the second half of the XXth century. It starts with the logical positivism and it comments the naturalistic, historicist and cognitive turns, together with the CTS conception of science and technology. It claims that a philosophy of scientific knowledge is not sufficient to analyze and reconstruct contemporary technoscience, which differs in many aspects of modern science. Consequently, it proposes a philosophy of scientific and technoscientific practice, by linking closely the philosophy of science and the philosophy of technology.

Key words: Philosophy of science, Philosophy of technology, Philosophy of technoscience, Philosophy of scientific practice, STS studies (Science, Technology and Society).

1. Crisis de la filosofía analítica de la ciencia

La filosofía analítica de la ciencia mantuvo una influencia preponderante hasta los años 60 del siglo pasado y sigue teniendo alguna vigencia, aunque ha dejado de ser el canon dominante. Obras de Carnap, Hempel y Nagel fueron de texto en numerosas universidades, sobre todo en los países de influencia anglosajona, incluida España, donde esa línea de pensamiento fue impulsada por el grupo de Valencia (Manuel Garrido, José Luis Blasco, Luis Valdés...), agrupado en torno a la revista *Teorema*. Algunos autores (Popper, Quine, Toulmin, Hanson, Putnam) habían formulado agudas críticas a la concepción heredada (*received view*). El reduccionismo fisicalista de Schlick y Carnap fue puesto en cuestión y autores como Quine, Davidson y Giere impulsaron el *giro naturalista*, que ya había sido

* Este artículo ha sido elaborado en el marco del proyecto de investigación FFI 2008-03599/FISO, «Filosofía de las tecnociencias sociales», financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

propuesto previamente por Dewey y Popper. Sin embargo, la primera propuesta alternativa que tuvo incidencia internacional fue la de Thomas Kuhn (*La estructura de las revoluciones científicas*, 1962), quien impulsó el *giro historicista* junto con otros autores influyentes (Lakatos, Feyerabend, Laudan). A partir de entonces, la filosofía de la ciencia no se redujo a la reconstrucción lógica de las teorías científicas, como en tiempos del Círculo de Viena, sino que tuvo que prestar atención a la historia de la ciencia y en particular a los cambios de teoría o paradigma. La concepción acumulativa del conocimiento científico se vino abajo, y con ella la noción de verdad atemporal, asumiéndose una concepción evolutiva de la ciencia, que requería la colaboración de historiadores y filósofos de la ciencia.

Por su parte, los sociólogos de la ciencia (Barnes, Bloor, Woolgar, Pinch, Latour, Callon, Law, etc.) formularon otra propuesta alternativa, el *constructivismo social*, que afirma la construcción social del conocimiento científico y asume tesis relativistas, aunque en distintos grados. A partir de los años 80, muchos filósofos comenzaron a oponerse a la concepción heredada, pero también al relativismo de los sociólogos, surgiendo destacados defensores del *realismo científico* (Putnam, Niiniluoto...). Algunos intentaron integrar en la filosofía analítica de la ciencia las aportaciones de Kuhn, dando lugar a la concepción semántica de las teorías (Suppes, Giere, Van Fraassen...) y a la concepción estructural (Sneed, Stegmüller, Balzer, Moulines...). Ambas tuvieron considerable predicamento en los años 80 y 90.

Por esas mismas fechas surgió una nueva modalidad de reflexión sobre la ciencia estrechamente vinculada a las políticas científicas. A mi entender, el programa neopositivista fracasó porque dejó de tener en cuenta los profundos cambios experimentados por la ciencia a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, que condujeron a la emergencia de las tecnociencias y de las políticas de ciencia y tecnología. Desde la segunda Guerra Mundial, la ciencia ha sufrido una auténtica mutación, hibridándose con la ingeniería y la tecnología y generando los sistemas de I+D (investigación científica y desarrollo tecnológico). La emergencia de la *Big Science* a partir de 1940 suscitó años después un movimiento de crítica a la ciencia militarizada, el *giro social*, que cristalizó a finales de los 60 en los estudios transdisciplinarios CTS (ciencia, tecnología y sociedad), liderados por filósofos norteamericanos como Carl Mitcham y Paul Durbin. Desde principios de los 80 esa línea de pensamiento ha tenido amplia presencia en el ámbito iberoamericano (José Sanmartín, Manuel Madina, León Olivé, Mario Albornoz, José Antonio López Cerezo, Marta González, Eulalia Pérez Sedeño, José Luis Luján, etc.). También han tenido repercusión los estudios sobre cultura científica impulsados por Miguel Angel Quintanilla y los grupos de las universidades de Salamanca y Autónoma de Madrid (Fernando Broncano, Javier Ordóñez, Jesús Vega). Puesto que *Daimon* me sugiere que en el presente artículo aluda a mi propia trayectoria, diré que durante los años 80 trabajé simultáneamente en historia de la ciencia y en filosofía de la ciencia, razón por la que estuve próximo a la concepción estructural¹. Sin embargo, la lectura del libro de Ian Hacking, *Representing and Intervening* (1983), me convenció de que la epistemología y la metodología no bastaban para entender la ciencia y que era precisa una *filosofía de la práctica científica*, a la que me he dedicado desde 1992, cuando distinguí los cuatro contextos de la actividad científica (educación, investigación, aplicación y evaluación) y comencé a

1 En colaboración con filósofos de la ciencia como Andoni Ibarra, Thomas Mormann, José Antonio Díez Calzada y José Luis Falguera, entre otros.

analizar las acciones científicas en base a los valores que las guían, criticando la neutralidad axiológica de la ciencia². Todo ello me ha llevado a diferenciar la ciencia de la tecnociencia y por ende la filosofía de la ciencia de la filosofía de la tecnociencia³. Desde 2006 intento elaborar una filosofía de la innovación, abordando la tercera componente de los sistemas de I+D+i (investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación)⁴.

Puntos críticos de la filosofía analítica de la ciencia

Resumiré las principales críticas a la filosofía analítica de la ciencia en cinco puntos:

1.- La grieta principal afecta al concepto de teoría científica, e incluso al de conocimiento científico. Para Popper, «las ciencias empíricas son sistemas de teorías; y la lógica del conocimiento científico, por tanto, puede describirse como una teoría de teorías»⁵. Ello implica concebir a la ciencia como un conjunto de teorías. Pues bien, los estudios post-kuhnianos de la ciencia han insistido en que, además de conocimiento, la ciencia es también una actividad, o si se quiere un conjunto de prácticas que poseen su propia estructura, normas y regulaciones. Barry Barnes, por ejemplo, afirmó claramente que «la ciencia es algo más que pensamiento e ideas; en esencia, es una actividad»⁶. En el caso de la tecnociencia, hay que decir algo más: es una acción que modifica y transforma la «realidad» o el «mundo», sean éstos lo que sean. Baste recordar las bombas de Hiroshima y Nagasaki, con las cuales se abrió la primera época de la tecnociencia (*Big Science* militarizada), así como aludir a las actuales nanotecnologías o a la muy reciente *biología sintética* impulsada por Craig Venter. Las acciones tecnocientíficas están basadas en conocimiento, pero dicho conocimiento ha dejado de ser un fin en sí mismo y se ha convertido en un medio para el logro de objetivos militares, empresariales, políticos, etc. La ciencia moderna pretendía conocer cómo es el mundo, la tecnociencia contemporánea busca conocimiento científico validado para transformarlo. Por tanto, la filosofía de la ciencia debe dejar de ser únicamente una filosofía teórica (filosofía del conocimiento científico) para pasar a ser, además, una filosofía práctica, es decir, una filosofía de la actividad científica. Hay que estudiar la ciencia en su contexto histórico y social, aceptando las correcciones propuestas por el giro historicista y el giro social en filosofía de la ciencia. La filosofía kantiana ha dejado de ser una guía a la hora de reflexionar sobre la tecnociencia.

2. También entró en crisis la distinción que postuló Reichenbach entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación⁷. La práctica científica conlleva diversas

- 2 Ver los libros Echeverría 1995 y 2002. En cuanto a la filosofía de la práctica científica, he colaborado ante todo con J. Francisco Alvarez (UNED), con quien he desarrollado la teoría de la racionalidad axiológica acotada, así como con el grupo de la UNAM mexicana dirigido por Sergio Martínez y con profesores de la Universidad de Oviedo, como Armando Menéndez. Ver Martínez 2003, Esteban y Martínez 2008, Álvarez y Echeverría 2008, Echeverría 2007 y 2008 y Echeverría y Menéndez 2008. Más recientemente, Alfredo Marcos ha publicado un interesante libro, titulado *Ciencia y acción: una filosofía práctica de la ciencia* (2010), en el que se considera la ciencia como una acción humana y social.
- 3 Ver los libros Echeverría 1995, 2002 y 2003. En el ámbito hispano-parlante, también afirman la emergencia de la tecnociencia filósofos como L. Olivé, E. Moya y R. Queraltó, entre otros.
- 4 Mi libro más reciente se titula *La luz de la luciérnaga: diálogos de innovación social* (Bilbao, ASCIDE, 2010) y ha sido escrito conjuntamente con Ander Gurrutxaga.
- 5 Popper 1962, p. 57.
- 6 B. Barnes, 1987, p. 8.
- 7 H. Reichenbach, 1938, pp. 6-7.

actividades: desde la enseñanza de la ciencia hasta la actividad institucional, pasando por la utilización de instrumentos, la evaluación (*Peer System Review*) y la difusión del conocimiento. La práctica tecnocientífica incluye muchas actividades, y mucho más heterogéneas: conformar equipos de investigación; buscar financiación para los proyectos; gestionar los equipamientos y los recursos humanos y económicos; publicar en revistas de alto impacto; generar patentes; gestionar el conocimiento; tener en cuenta los riesgos que pueden derivarse de los avances tecnocientíficos y su recepción social; hacer *marketing* en los medios de comunicación; pleitear jurídicamente con empresas tecnocientíficas rivales, etc. Al centrarse exclusivamente en el contexto de justificación, la filosofía analítica de la ciencia afirmó su condición estrictamente metateórica, pero dejó de lado otros muchos aspectos de la ciencia actual, particularmente importantes para los propios científicos y para la sociedad en general. Algunas tecnociencias contemporáneas plantean problemas éticos, políticos, sociales y ecológicos muy relevantes, razón por la que los estudios de la tecnociencia han de ser interdisciplinarios, además de vincularse a las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

3. Desde una perspectiva estrictamente filosófica, uno de los problemas centrales de la filosofía analítica de la ciencia se basó en la dicotomía entre teoría y observación. Se intentó reducir los términos teóricos a términos observacionales. Sin embargo, Hanson dejó claro que la observación está cargada de teoría, como ya había argumentado Popper, y antes de ellos Poincaré. Kuhn radicalizó este punto al introducir la tesis de la inconmensurabilidad teórica y observacional entre paradigmas rivales. Su afirmación de que «cuando cambian los paradigmas, el mundo mismo cambia»⁸ no estaba formulada como una metáfora más o menos incisiva: trataba de reflejar aspectos básicos de la actividad científica, como las controversias científicas, que habían quedado excluidos del ámbito de estudio de la filosofía analítica de la ciencia. En el caso de la tecnociencia, el conocimiento no sólo está cargado de teoría, sino también de intereses y valores, como muchos autores han mostrado, por ejemplo Evandro Agazzi.

4. El análisis y la reconstrucción de las teorías científicas por parte de los filósofos analíticos estuvo marcado por la tentativa de reducirlas a sistemas formales axiomatizados. Determinando los vocabularios teórico y observacional de una teoría T, las reglas de correspondencia (que incluyen las técnicas de medición), las leyes fundamentales (que conllevan predicción y explicación) y el cálculo lógico subyacente al razonamiento de los científicos, pretendían analizar y reconstruir la estructura lógica de una teoría T. Ocurrió, sin embargo, que dicho programa sólo pudo ser llevado adelante en casos muy particulares, y no sólo por las dificultades para resolver la distinción teórico/observacional, sino incluso para lograr una axiomatización rigurosa de las teorías. La escuela de Stanford, dirigida por Suppes, llevó a cabo una ingente labor de axiomatización de las teorías empíricas; pero las dificultades fueron tan grandes que ellos mismos (Adam, McKinsey, etc.) tuvieron que renunciar a las técnicas de axiomatización lógico-formal de las teorías, proponiendo una nueva técnica, la axiomatización informal o conjuntista, que estuvo en la base del programa estructuralista de Sneed y sus seguidores (Balzer, Moulines, Stegmüller, etc.). Dicho de otra manera: también en lo que respecta a la axiomatización de las teorías la filosofía analítica de la ciencia acabó llegando a un *impasse*.

5. La filosofía analítica de la ciencia se desinteresó de los estudios históricos y sociológicos de la ciencia. Los actuales estudios de ciencia y tecnología, en cambio, están basa-

8 Kuhn 1978, p. 176.

dos en el diálogo interdisciplinar entre filósofos, historiadores, sociólogos, economistas y politólogos de la ciencia. El reduccionismo lógico resultó insuficiente para el estudio de la ciencia, y mucho más en el caso de la tecnociencia. La filosofía analítica de la ciencia se centró casi exclusivamente en los aspectos sintácticos de las teorías científicas, y sólo en el último cuarto de siglo en las componentes semánticas. El creciente interés por la pragmática de la ciencia, con toda la pluralidad de aspectos que dicha denominación conlleva, pone en evidencia otra de las grandes limitaciones de la filosofía analítica de la ciencia.

La emergencia de las tecnociencias

Sin embargo, la razón de fondo de su pérdida de influencia se debe a la escasa atención que los filósofos analíticos han dedicado a la ciencia que se empezó a practicar tras la segunda Guerra Mundial. Otros sí lo han hecho, en particular historiadores de la ciencia (Galison), sociólogos (Latour, Pickering, Nowotny), economistas (Simon), cientómetras (Solla Price, Leydesdorff) y, sobre todo, expertos en política científica. Merece la pena subrayar la importancia que los politólogos de la ciencia y la tecnología han ido adquiriendo en las últimas décadas, tanto en Estados Unidos como en la Unión Europea. El panorama intelectual de los estudios de ciencia y tecnología está dominado hoy en día por sus estudios e informes, que tienen mucho mayor peso que los escritos de historiadores y filósofos de la ciencia. En este apartado comentaré brevemente algunas de sus principales propuestas conceptuales y resumiré mis propias aportaciones al debate.

Ziman (2000) dejó claro que la ciencia académica que desarrollaron las universidades y las sociedades científicas durante la era moderna se transformó radicalmente a lo largo del siglo XX. De hecho, distinguió entre *ciencia académica* y *postacadémica*, con el fin de caracterizar la «transformación radical, irreversible y mundial de la manera en que la ciencia se organiza y ejecuta»⁹. Sus propuestas tuvieron gran influencia en las políticas científicas de los años 80, sobre todo en los países anglosajones. Fue director del *Science Policy Support Group* de Gran Bretaña, razón por la cual sus escritos teóricos en torno a la dimensión social de la ciencia y la política científica tuvieron una importante dimensión aplicada, cosa que también ha ocurrido con los escritos de otros expertos en política científica. Otro buen ejemplo lo aportan Silvio Funtowicz y Jerome Ravetz, matemáticos de formación, pero responsables de diversas instituciones de política científica en Gran Bretaña y en Bruselas. Desde 1992, ambos afirman que vivimos una época de *ciencia posnormal*, que afronta problemas que desbordan las matrices disciplinarias de Kuhn¹⁰. También han insistido en que los científicos actúan en esos casos en condiciones de incertidumbre, por lo que la investigación científica no está sujeta a ninguna forma de racionalidad determinista. Otro tanto sucede con la política científica, de modo que los estudios empíricos de ciencia y tecnología propios de los gabinetes de política científica no responden en absoluto al modelo de racionalidad científica postulado por los filósofos analíticos de la ciencia.

Bruno Latour, un filósofo dedicado a la sociología de la ciencia, propuso el término *tecnociencia* para subrayar la profunda vinculación entre la ciencia y la tecnología del siglo XX. En

9 Ziman 2000, 7.

10 Ver Funtowicz y Ravetz 2000.

su teoría del actor-red subrayó la existencia de una agencia no humana, es decir tecnológica, en la actividad investigadora, lo cual justifica el uso del término ‘tecnociencia’ en lugar de ‘ciencia’ (Latour 1992). Desde la sociología, la economía y la politología, Nowotny, Scott, Gibbons y otros afirmaron en 1994 la aparición de un nuevo modo de producción del conocimiento científico, el modo 2, que es transdisciplinar, heterogéneo y no jerárquico, a diferencia del modo académico, que tradicionalmente ha sido disciplinar, homogéneo y jerárquico. En su libro *Rethinking Science* (2001) han manifestado su acuerdo con Latour: las fronteras entre ciencia y sociedad se han difuminado, porque la tecnociencia permea cada vez más las sociedades contemporáneas y ha dejado de ser externa a ellas. La ciencia y la política científica se han tecnificado porque la propia sociedad se ha impregnado cada vez más de tecnología.

En 1997, el sociólogo Etzkowitz propuso el modelo de la triple hélice (academia, industria y gobierno), que él mismo y el también sociólogo Leydesdorff han desarrollado durante la última década. Según estos autores, la vinculación estrecha entre la ciencia académica, la industria y las políticas gubernamentales son la clave del desarrollo económico y social, contrariamente a la época de la ciencia moderna, cuando la ciencia apenas tenía presencia ni en la política, ni en la industria ni en la sociedad.

Todos estos autores, y otros muchos que se dedican a los estudios de ciencia, tecnología e innovación desde diversas perspectivas disciplinarias, coinciden al afirmar que desde la emergencia de la *Big Science* (Solla Price 1968), la ciencia ha cambiado radicalmente, sobre todo durante las dos últimas décadas del siglo XX, a causa de la irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). La expresión *e-science* (ciencia electrónica) es otro modo de denominar esa gran transformación de la ciencia a finales del siglo XX, que ha estado vinculada a la emergencia de la sociedad de la información y de la economía del conocimiento. A la hora de definir esa transformación, las propuestas de los diversos autores difieren, puesto que unos ponen el acento en una característica o propiedad, otros en otra. Lo que nadie niega es el hecho de que la ciencia ha cambiado, vinculándose estrechamente a la tecnología, y en particular a las TIC. En el caso de los estudios CTS, éste es uno de los puntos de partida principales, puesto que se reconoce desde el principio la relevancia de la ciencia para las sociedades, y recíprocamente. La ciencia *value free* y «no contaminada» por intereses y valores políticos, económicos y sociales se ha convertido en una entidad de ficción, muy alejada de la ciencia que se practica en los laboratorios y centros de investigación.

Por mi parte, he aceptado la propuesta de Latour, previamente apuntada por Gilbert Hottois y otros filósofos franco-alemanes, de denominar tecnociencia a esa nueva modalidad de ciencia, pero tratando de precisar el nuevo concepto y sus diferencias con la ciencia moderna¹¹. Pienso que:

- 1) Las ciencias siguen existiendo, no todo es tecnociencia. Latour tiende a afirmar que la tecnociencia ha absorbido a la ciencia, por mi parte pienso que no es así, por eso aludo a una *mutación* estructural.

¹¹ Echeverría 2003, cap. 1.

- 2) La transformación mencionada no sólo afecta al conocimiento, sino ante todo a la práctica científica. En este punto difiero de Gibbons, Nowotny y quienes propugnan el modo 2. La tecnociencia no sólo aporta un nuevo modo de producir conocimiento, sino también de distribuirlo, transmitirlo, difundirlo, almacenarlo y enseñarlo. Dicho de otra manera: la transformación afecta a todo el conjunto de actividades científicas, no sólo a la investigación.
- 3) La práctica científica tiende a ser cada vez más interdisciplinar, como la mayoría de los autores señalan. Ello implica cambios profundos en la organización de la ciencia, tradicionalmente basada en disciplinas separadas (las matrices disciplinares de Kuhn) y convertida ahora en una actividad de equipos con diversos agentes y capacidades, en los cuales prima la *convergencia disciplinaria* y el trabajo en equipo.
- 4) La penetración de las TIC afecta a la actividad científica en su conjunto, incluida la enseñanza, y por eso cabe hablar de *e-science*, o de tecnociencia. Cabe afirmar que a lo largo de la segunda mitad del siglo XX se ha producido una *revolución tecnocientífica*, cuyas consecuencias todavía se están dejando sentir, siendo la constitución de los sistemas de I+D+i y de los más recientes sistemas de innovación una de las más destacadas.
- 5) Las tecnociencias militares han tenido y tienen una gran importancia en esta transformación, al igual que la *capitalización del conocimiento*, típica de las actuales economías del conocimiento. Las tecnociencias militares suelen ser dejadas de lado por la mayoría de los estudiosos de la ciencia y la tecnología, siendo así que, a mi modo de ver, han sido uno de los principales motores de las tecnociencias contemporáneas, sobre todo en los EEUU.

Independientemente de las divergencias entre los diversos autores, se acepta que la ciencia contemporánea ha experimentado un cambio muy profundo, aunque los modelos para interpretarlo sean diferentes. Dicho cambio suele sintetizarse en el modelo lineal de V. Bush, basado en los sistemas de I+D+i, según el cual la investigación científica está en el origen de los desarrollos tecnológicos y las innovaciones, al conformar la parte fundamental del *capital científico*¹². Dicho modelo se ha implantado a lo largo de la segunda mitad del siglo XX en casi todos los países desarrollados, conformando *sistemas nacionales de I+D*. Ello implica que la actividad científica contemporánea se desarrolla en dicho marco, a diferencia de la ciencia moderna, que fue impulsada ante todo por las sociedades científicas y las universidades. Hoy en día, las universidades y centros de investigación forman parte de un sistema más amplio y más complejo, en el que la autonomía de las comunidades científicas se ha reducido mucho. Además de avanzar en el conocimiento, la investigación científica tiene un segundo objetivo: generar desarrollos tecnológicos. Por eso es tecnociencia, no sólo ciencia. En la medida en que la búsqueda del conocimiento siga primando, sigue practicándose la ciencia, aunque sea en los sistemas de I+D (investigación básica). Pero en la medida en que la búsqueda del conocimiento está subordinada a objetivos tecnológicos, empresariales, económicos, militares o políticos, hemos entrado

12 V. Bush, 1945, p. 7.

en el ámbito de la tecnociencia, cuyos objetivos son muy distintos a los de la ciencia moderna. La tecnociencia está interesada en la búsqueda de conocimiento, pero no como un fin en sí mismo, sino como un medio para lograr otros fines (empresariales, militares, políticos...). Por otra parte, conforme los sistemas de I+D han ido evolucionando hacia los sistemas nacionales, regionales y locales de innovación, la innovación deviene el objetivo último de las actividades tecnocientíficas, y por ello se habla de sistemas de I+D+i. En suma, la tecnociencia y la ciencia se distinguen por varias características, pero una de las más significativas depende de esta 'i' minúscula que comenzó a usarse a partir de los años 80, momento en el que la tecnociencia se consolidó definitivamente en los EEUU de América y en otros países científicamente desarrollados: la innovación es la finalidad de las actividades tecnocientíficas, el conocimiento no es más que un medio para generar desarrollos tecnológicos e innovaciones, incluido el conocimiento científico. Obviamente, las innovaciones interesan ante todo a las empresas, porque incrementan la productividad y la competitividad, como subrayó Schumpeter, pero también a las instituciones militares (nuevas armas) y a algunos agentes sociales y políticos. Teniendo como objetivo último la innovación, la tecnociencia no sólo es asunto de los científicos, aunque participen en ella, y activamente. Los marcos de acción, las líneas prioritarias, la financiación, las regulaciones y los criterios de valoración de los resultados (licencias, patentes, relaciones coste/beneficio, etc.) no los crean las comunidades científicas ni las universidades, sino otro tipo de agentes guiados por valores económicos, políticos, militares o sociales.

Casi todas las políticas científicas se han desarrollado dentro de ese marco conceptual e institucional. El Manual de Frascati ha sido el canon utilizado por la OCDE para evaluar y comparar las políticas científicas de los diversos países, y el Manual de Oslo es el instrumento para medir la capacidad innovadora de una empresa o de un país. Ambos manuales conforman los sistemas de medición y evaluación de las actividades tecnocientíficas, que no se limitan a la generación de conocimiento, sino también a su difusión, transferencia y aplicación. Dicho modelo lineal ha predominado durante los últimos cincuenta años y, aunque comenzó a ser puesto en cuestión a nivel teórico a finales de los 70, sigue teniendo no poca influencia, en particular entre los científicos. La ciencia moderna la han hecho las comunidades científicas. La tecnociencia contemporánea la hacen otro tipo de agentes, las empresas y agencias tecnocientíficas, en donde los científicos se limitan a ser trabajadores del conocimiento, al servicio de las estrategias y políticas establecidas por los expertos en política científica y en gestión del conocimiento y de la innovación. Esta mutación de la ciencia en tecnociencia genera un profundo cambio en los estudios de ciencia y tecnología, y en particular en la filosofía de la ciencia y de la tecnología. En la medida en que los filósofos de la ciencia quieran reflexionar sobre la ciencia contemporánea, habrán de hacer filosofía de la tecnociencia, no sólo filosofía de la ciencia. A mi modo de ver, éste es el cambio radical que se ha producido en el panorama de la filosofía de la ciencia en los últimos años. La creciente relevancia de los politólogos de la ciencia, cuyos informes y escritos teóricos se han convertido en los documentos de referencia, *pace* Carnap, Popper y Kuhn, es una de las consecuencias de la revolución tecnocientífica que se ha producido en la segunda mitad del siglo XX, y ante todo desde los años 80, cuando se empezó a hablar de I+D+i.

Nuevas tendencias en filosofía de la ciencia

¿Cuál ha sido la respuesta de los filósofos de la ciencia ante esta mutación de la ciencia en tecnociencia?

Las actitudes han sido varias. Muchos han seguido ocupándose exclusivamente del conocimiento y de las teorías científicas, reafirmando la validez de la filosofía analítica e insistiendo en que la filosofía de la ciencia ha de restringirse a cuestiones epistémicas¹³. Algunos de ellos aceptan tener en cuenta la historia de la ciencia, aunque revisando las tesis de Kuhn, por no ser suficientemente rigurosas. Muchos se han interesado por la filosofía de la tecnología, dada su importancia para la investigación científica y la ubicuidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Desde esta perspectiva, hoy en día no es posible hacer filosofía de la ciencia sin hacer, a la vez, filosofía de la tecnología. Algunos de estos filósofos se han centrado en cuestiones ontológicas relacionadas con la ciencia y la técnica, postulando la radical primacía de la reflexión filosófica en torno a la ciencia y la tecnología y negándose a participar en programas interdisciplinarios. Un cuarto grupo se ha interesado en las ciencias cognitivas y la inteligencia artificial, reemplazando las antiguas formalizaciones lógicas por modelos computacionales procedentes de las ciencias cognitivas, siempre que sean aplicables al análisis y reconstrucción del conocimiento científico. Un quinto grupo se ha centrado en los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, vinculando la filosofía de la ciencia a las ciencias sociales e interesándose en cuestiones relacionadas con la política científica, la cultura científica, la comunicación de la ciencia y las políticas de equidad de género. En el ámbito hispano-parlante, esta quinta tendencia ha sido mayoritaria en los últimos años, habiendo surgido varias revistas que aglutinan estas tendencias, por ejemplo la *Revista Iberoamericana CTS*, codirigida por Mario Albornoz, José Antonio López Cerezo y Miguel Angel Quintanilla y apoyada por la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos), o la revista española *Argumentos de Razón Técnica*, dirigida por Ramón Queraltó en la Universidad de Sevilla. Siendo *Teorema* y *Theoria* las dos revistas clásicas en la filosofía de la ciencia en España, la consolidación de estas dos nuevas revistas pone de relieve la implantación de los estudios CTS en el ámbito hispano-parlante.

Algo similar ha ocurrido a nivel internacional, en particular en la Unión Europea, donde algunos filósofos de la ciencia han participado activamente en el diseño y realización de los programas *Science and Society* de la UE, diseñados sobre todo por politólogos. Dentro del movimiento CTS hay muchas posturas diferenciadas, unas más a favor del constructivismo social y más postmodernas, otras menos. En todo caso, la filosofía de la ciencia no sólo ha tendido a vincularse con la filosofía de la tecnología, sino también con los estudios interdisciplinarios de ciencia y tecnología, lo que ha llevado a muchos filósofos

13 Un panorama de la situación actual de esta tendencia está bien representado en el reciente volumen editado por Friedrich Stadler, *The Present Situation in the Philosophy of Science*, Heidelberg, Springer 2010. Salvo excepciones, la mayoría de los artículos incluidos en dicho volumen siguen centrados en la tradición analítica, aunque también contiene un artículo sobre la filosofía de la ciencia en Francia, que poco tiene que ver con la tradición analítica. En su contribución, Thomas Mormann constata con finura que «some philosophers, rooted in the analytical tradition, still believe that analytical philosophy of science is the only philosophy of science that is to be taken taken seriously» (p. 31).

a interactuar con sociólogos, economistas, politólogos, antropólogos y cientómetras, no sólo con historiadores de la ciencia y científicos cognitivos. La convergencia disciplinaria que caracteriza a la tecnociencia también se ha manifestado en los estudios sobre la ciencia y la tecnología, como era de esperar.

* * *

Bibliografía

- Agazzi, E. (1998), *La technoscience et l'identité de l'homme contemporain*, Friburgo, Ed. Universitaires Fribourg, Suisse.
- Agazzi, E., J. Echeverría and A. Gómez (2008) (eds.): *Epistemology and the Social*, Amsterdam & New York, Rodopi.
- Barnes, B. (1987), *Sobre la ciencia*, Barcelona, Labor.
- Bush, V. (1945), *Science: the Endless Frontier*, Washington, United States Government Printing.
- Echeverría, J. (1995), *Filosofía de la Ciencia*, Madrid, Ediciones Akal.
- Echeverría, J. (2002), *Ciencia y Valores*, Barcelona, Destino.
- Echeverría, J. (2003) *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Echeverría, J. (2007), «Towards a Philosophy of Scientific Practice: From Scientific Theories to Scientific Agendas», en F. Minazzi (ed.), *Filosofia, Scienza e Bioetica nel dibattito contemporaneo*, Roma, Instituto Poligrafico e Zecca dello Stato, pp. 511-524.
- Echeverría, J. and J. F. Álvarez, «Bounded rationality in Social Sciences», in E. Agazzi, J. Echeverría and A. Gómez (eds.) (2008), pp. 173-190.
- Echeverría, J. (2008), «Propuestas para una filosofía de las prácticas científicas», en Esteban y Martínez, 2008, pp. 129-149.
- Echeverría, J. y A. Menéndez (2008), «Axiology of Scientific Activity from a formal point of view», in E. Agazzi and F. Minacci (eds.), *Science and Ethics: The Axiological Contexts of Science*, Bruxelles, P. Lang, pp. 67-82.
- Esteban, J. M. y S. Martínez (2008) (eds.), *Normas y prácticas en la ciencia*, México, UNAM.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2001), «The dynamics of innovation: From National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of University-Industry-Government relations», *Research Policy* 29(2) pp. 109-123.
- Funtowicz, S.O y J. R. Ravetz (2000), *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*, Barcelona, Icaria.
- Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott & M. Trow (1994), *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, London, Sage Publications.
- Gurrutxaga, A. y J. Echeverría (2010), *La luz de la luciérnaga. Diálogos de innovación social*, Bilbao, ASCIDE.
- Hacking, I. (1996), *Representar e intervenir*, México, Paidós.
- Hottois, G. (1991), *El paradigma bioético. Una ética para la tecnociencia*, Barcelona, Anthropos.
- Kuhn, T.S. (1975), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE.

- Kuhn, T.S. (1978), *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, Madrid, Tecnos.
- Latour, B. (1992), *Ciencia en Acción*, Barcelona, Labor.
- Marcos, A. (2010), *Ciencia y acción*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, S. (2003), *Geografía de las prácticas científicas*, México, UNAM.
- Mitcham, C. (1989), *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Barcelona, Anthropos.
- Moulines, U. y Díez Calzada, J.A. (1997), *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Barcelona, Ariel.
- Moya, E. (1998), *Crítica de la razón tecnocientífica*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- Nowotny, H., P. Scout y M. Gibbons (2001), *Rethinking Science*, Cambridge, Polity Press.
- OCDE (1964), *Frascati Manual*, Paris, OECD Publications.
- OCDE/Eurostat (2005), *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3d. ed., OECD/EC.
- Olivé, L. (1988), *Conocimiento, Sociedad y Realidad*, México, F. C. E.
- Popper, K.R. (1962), *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos.
- Putnam, H. (1988), *Las mil caras del realismo*, Madrid, Paidós.
- Queraltó, R. (2008), *La estrategia de Ulises o Ética para una sociedad tecnológica*, Sevilla, Doss Ed.
- Quintanilla, M. A. (1989), *Tecnología. Un Enfoque Filosófico*, Madrid, Fundesco.
- Reichenbach, H. (1938), *Experience and Prediction*, Chicago, University of Chicago Press.
- Sanmartín, J. et al. (1992) (eds.), *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona, Anthropos.
- Solla Price, D. della (1973), *Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ariel.
- Stadler, F. (ed.) (2010), *The Present Situation in the Philosophy of Science*, Dordrecht, Springer.
- Ziman, J. (2000), *Real Science*, Cambridge, Cambridge Univ. Press.

