

De la filosofía de la ciencia a la filosofía de las techno-ciencias e innovaciones

From the philosophy of science to the philosophy of technosciences and innovations

Javier Echeverría *

Este artículo parte de la hipótesis de que a finales del siglo XX ha surgido una nueva modalidad de ciencia, la techno-ciencia, que presenta dimensiones tecnológicas, económicas, políticas, empresariales e incluso militares, aparte de las propiamente científicas. La techno-ciencia no se limita a describir o explicar el mundo, sino que pretende transformarlo. La búsqueda de conocimientos está subordinada al logro de innovaciones. Por tanto, además de filosofía de la ciencia es preciso hacer una filosofía de la techno-ciencia y una filosofía de la innovación que se derive de ella, debido a que los sistemas de I+D (investigación y desarrollo) están orientados a innovar. Para ello hay que desarrollar nuevas líneas de investigación: filosofía de la práctica científica, filosofía de la techno-cultura y filosofía política de la ciencia, aparte de una axiología y una praxiología de la ciencia. Para argumentar estas propuestas, se comentan tres ejemplos de nuevas techno-ciencias sociales y humanas (computación en la nube, sistemas de indicadores y neurociencias humanas). Además, se propone la noción de tecno-paradigma, que regula las agendas tecno-científicas actuales y el modo de hacer ciencia en el siglo XXI.

105

Palabras clave: filosofía de la ciencia, estudios CTS, práctica científica, estudios de innovación

This article is based on the assumption that at the end of the 20th century emerged a new form of science, techno-science, which presents technological, economic, political, business, and even military dimensions apart from the strictly scientific one. Techno-science is not limited to describe or explain the world, but rather to transform it. The search for knowledges is subject to the achievement of innovations. Therefore, as well as philosophy of science is needed a philosophy of techno-science and a philosophy of innovation derived from it, because the systems of ID (research and development) are today geared to innovate. For this purpose there is to develop new lines of research: philosophy of scientific practice, philosophy of techno-culture and political philosophy of science, apart from an axiology and a praxeology of science. To argue these proposals three examples of new social and human technos-ciencias are commented (cloud computing, systems of indicators and human neurosciences). Furthermore, it is proposed the notion of techno-paradigm, which regulates the contemporary techno-agendas and the way of doing science in the 21st century.

Key words: philosophy of science, STS studies, scientific practice, innovation studies

* Javier Echeverría es investigador *Ikerbasque* adscrito al Departamento de Sociología 2 de la Universidad del País Vasco. Correo electrónico: javier.echeverria@ehu.es. Este artículo ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación INNOC (Innovación oculta, FFI2011-25475), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

1. Nuevas direcciones en filosofía de la ciencia

La revolución tecno-científica del siglo XX sigue desarrollándose en el siglo XXI y se expande geográfica y sectorialmente. Está en pleno auge en los ámbitos científicos de donde surgió (matemáticas, física, astronomía, química, biología y medicina) y permea cada vez más las ciencias sociales y humanas. En el caso de las tecnociencias físico-naturales han surgido nuevos ámbitos de investigación: el programa NBIC (*nano-bio-info-cogno*, *National Science Foundation*, 2002) supuso un auténtico revulsivo, y no sólo porque indujo programas similares en otros países, sino porque animó a las empresas y agencias tecno-científicas a investigar los nanocosmos, incluidos los sistemas perceptivos y cognitivos, que están a la base de cualquier modalidad de conocimiento. Los actuales programas *Brain Map* en los Estados Unidos y *Human Brain* en la Unión Europea suponen un auténtico desafío para la filosofía: posiblemente dejarán fuera de lugar muchas especulaciones en filosofía de la mente y del lenguaje. También es previsible que aporten desarrollos a la psicología de la ciencia, incluyendo nuevos artefactos cognitivos. Esos programas pretenden lograr avances en el conocimiento, pero ante todo innovaciones, como sucede con la tecno-ciencia.

Por su parte, las tecno-ciencias militares se han seguido desarrollando lejos del escrutinio público, sobre todo en los Estados Unidos, pero también en China, Rusia y otros países emergentes. Los asesores de las organizaciones militares, incluida la OTAN, son conscientes de que ningún Estado ni organización internacional puede tener un poder militar mínimamente relevante si no dispone de un sistema de I+D (investigación y desarrollo) fuerte y consolidado. El modelo lineal de innovación sigue estando plenamente vigente en la I+D+i militar, cuya función tractora sigue siendo clara en varios ámbitos tecno-científicos. Analizar esa nueva modalidad de poder es tarea de la *filosofía política de la ciencia*, lo cual no es lo mismo que una *filosofía de la política científica y tecnológica*, aunque ésta también es otra de las fronteras para la filosofía de la ciencia del siglo XXI.

Los filósofos de la ciencia, sin embargo, siguen sin interesarse por las aplicaciones militares de la I+D. La mayoría parece mantener la idea ilusoria de que la filosofía de la ciencia, para ser racional, sólo ha de ocuparse de las teorías científicas y de la epistemología, no de la práctica científica.¹ La antigua distinción de Reichenbach entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación sigue teniendo una influencia perniciosa, al reducir la ciencia a una determinada modalidad de conocimiento: el conocimiento teórico. Sin embargo, la ciencia es una acción humana y social, como afirmó Latour hace años (Latour, 1987) y ha mostrado convincentemente Alfredo Marcos (2010). Por mi parte, considero que la *filosofía de*

1. Un buen ejemplo es la serie PSE (*The Philosophy of Science in A European Perspective*), que ha publicado de 2010 a 2014 seis volúmenes colectivos en la editorial Springer. Son resultados de un proyecto de investigación financiado por la *European Science Foundation* y coordinado por María Carla Galavotti, en el que han participado más de 50 filósofos e historiadores europeos. Su objetivo era revisar la filosofía de la ciencia en el siglo XX, incluido el Círculo de Viena, y abrir nuevas líneas de trabajo para el siglo XXI. Sin embargo, la epistemología tradicional predomina claramente en la mayoría de los artículos publicados.

la práctica científica es la principal nueva frontera que la *filosofía de la ciencia* ha de investigar (Echeverría, 2007). Otros autores latinoamericanos también trabajan en esa dirección (Martínez, 2005; Olivé, 2007; Esteban y Martínez, 2008; y Marcos, 2010).

Independientemente de las creencias y dogmas que mantengan muchos filósofos de la ciencia, lo decisivo es que las tecno-ciencias del siglo XX son todavía más amplias y relevantes en el siglo XXI, razón por la cual es indispensable hacer *filosofía de las tecno-ciencias*. Digámoslo así, en plural, porque las tecno-ciencias no forman parte de ningún género natural, aunque compartan características comunes. Siempre están basadas en conocimiento científico, pero ante todo son proactivas, es decir, pretenden cambiar el mundo (natural, social, humano, artificial), no sólo conocerlo. No en vano el valor que las guía es la innovación. No se limitan a interpretar y explicar los fenómenos, sino que promueven nuevos fenómenos, y en particular innovaciones tecnológicas. Dicho sea de paso: la *filosofía de las tecno-ciencias* que propugno es realista, puesto que acepta que las acciones tecno-científicas son factores causales en las transformaciones que experimentan los mundos (sociales, naturales, económicos, militares), y ello mediante causas eficientes, por decirlo en términos clásicos. Muchos de los mundos actuales, por ejemplo Internet, la televisión o las tarjetas de crédito, han sido *tecno-científicamente* *construidos* gracias a la colaboración activa entre usuarios (sociedad), científicos, ingenieros, técnicos, empresarios, inversores, gestores del conocimiento, políticos, periodistas, juristas y, en algunos casos, militares. Todos estos agentes tienen sus conocimientos específicos, que confluyen en proyectos conjuntos que, si son bien gestionados y tienen éxito social, transforman el mundo en mayor o menor grado y escala, incluida la escala nanométrica. En suma: la agencia tecno-científica desborda ampliamente a las comunidades científicas de Merton y Kuhn y a la ciencia académica (Ziman, 2000) y pone en juego diferentes tipos de conocimientos (Olivé, 2007). Otra razón más a favor de una filosofía de las agencias tecno-científicas y no sólo de las teorías científicas. La filosofía de la ciencia ha de analizar la estructura de la práctica científica, y en particular la estructura y la dinámica de los tecno-paradigmas (Echeverría, 2012), que rigen las agendas de las tecno-ciencias. Los tecno-paradigmas no sólo conforman el conocimiento científico-tecnológico aceptado (*received knowledge*) por la vía de su evaluación y difusión, sino que ante todo *determinan la práctica científica*, es decir, el modo de hacer ciencia, y ello no sólo a la hora de investigar, sino también al enseñar, difundir y aplicar esos conocimientos. Los tecno-paradigmas comportan conocimiento, desde luego, pero no sólo del tipo *know what* o *know why*, sino también *know how*, así como *know when*, *know where* y *know who*, que son importantes para muchas tecno-ciencias, en particular para las tecno-ciencias sociales. Dicho de otra manera: son proactivos y pueden ser considerados como integrantes de las ciencias reguladoras de las que habló Sheila Jasanoff (1995). Por supuesto, aportan otro modo de producción de conocimiento (Gibbons et al, 1994); pero la tecno-ciencia no sólo transforma la producción de conocimiento, sino también su distribución, almacenamiento, difusión, utilización y evaluación. En suma: las tecno-ciencias han transformado toda la cadena de valor de las ciencias, en cada uno de sus eslabones. Por eso no bastan los valores epistémicos ni la epistemología para hacer filosofía de la ciencia en el siglo XXI.

2. Nuevas tecno-ciencias

La tecno-ciencia ha experimentado cambios importantes durante la primera década del siglo XXI, porque se ha expandido a otros ámbitos del conocimiento, generando nuevas tecno-ciencias. Por mi parte, sigo pensando que el avance de la tecno-ciencia conlleva la colonización, capitalización y, en su caso, privatización de buena parte del conocimiento científico-tecnológico. Por retomar la metáfora de Vannevar Bush en su *Science, the Endless Frontier* (1945): la tecno-ciencia está colonizando esa frontera sin fin, o cuando menos parte de ella.

Al hacerlo, las teorías científicas devienen capital y el conocimiento y las innovaciones basadas en ciencia se convierten en mercancía. Este fenómeno resulta más claro en el siglo presente que en el anterior. También hay utilidades novedosas del conocimiento como herramienta del poder económico, político y militar, con lo cual se hacen presentes las otras tres dimensiones de las tecno-ciencias, aparte de las dimensiones científica y tecnológica. Por mi parte, tras estos tres lustros del siglo XXI, doy por verificada la hipótesis de que a finales del siglo XX surgió una nueva modalidad de poder: el poder tecno-científico (Echeverría, 2003: cap. 5), que tiende a ser global. Considero que los filósofos de la ciencia han de centrarse en la filosofía política de la ciencia, como algunos colegas mexicanos han empezado a hacer en los últimos años (Olivé, 2007; Velasco y López Beltrán, 2013). *La filosofía de la ciencia* ha de seguir estando vinculada a los estudios CTS, ciertamente, pero debería profundizar más en algunos puntos particularmente conflictivos, entre los cuales mencionaré tres: 1) absorción progresiva de parte de la ciencia por el *capitalismo del conocimiento*; 2) reducción de los investigadores (y profesores universitarios) a *trabajadores del conocimiento*; 3) emergencia de *tecno-paradigmas* que determinan cómo debe ser la práctica científica.

108

En esta contribución sólo comentaré la tercera cuestión. Pienso que la filosofía de la ciencia ha de incluir a la tecno-ciencia entre sus ámbitos de reflexión, analizándola desde perspectivas políticas, sociales y axiológicas, no sólo ontológicas, epistemológicas, semánticas o metodológicas. Además de eso, las tecno-ciencias no sólo han colonizado algunas ciencias formales y físico-naturales; más recientemente, se han implantado en muchos ámbitos de las ciencias sociales y humanas. Hoy en día cabe hablar de *tecno-ciencias sociales*, e incluso de “tecno-humanidades”, aunque esta última palabra parezca poco elegante. Desde luego, hay que distinguir entre cuerpos y tecno-cuerpos, música y tecno-música, artes y tecno-artes. La expansión de la tecno-ciencia, entendida como un nuevo modo de producción, distribución, almacenamiento y utilización de los conocimientos, ha ido más allá de las ciencias y de las ingenierías de los siglos XIX y XX, alcanzando a otras formas culturales, incluida la prensa, los libros, la política, la economía, las artes y los medios de comunicación. En una palabra: no sólo hay tecno-ciencia, también tecno-cultura. Los estudios de cultura científica, siendo importantes, deberían interesarse por las diversas culturas tecno-científicas, por ejemplo la cultura de la innovación, y también por la tecno-cultura. En el caso de la filosofía, no basta con hacer filosofía política de la tecno-ciencia; hay que elaborar además una *filosofía de la tecno-cultura*, lo cual incluye la cultura tecno-científica, pero es más amplia que ella, puesto que también se ocupa de la tecno-música, las tecno-artes, la tecno-política y, *last but not the least*,

el tecno-deporte. En conjunto, considero que estamos ante un cambio radical de época: la era de la tecno-ciencia y la tecno-cultura. Si eso es así, parece obvio afirmar que la filosofía tradicional de la ciencia no basta y que hay que abrir nuevos ámbitos de reflexión y análisis filosófico.

3. Ejemplos de nuevas tecno-ciencias

Para ilustrar lo dicho hasta ahora pondré tres ejemplos, que voy a comentar brevemente. El primero atañe a las neurociencias, que pueden ser consideradas como una nueva frontera de la investigación. Las expectativas que suscitan son muchas, y no sólo son científicas, también tecnológicas, empresariales, pola los niños autistas y a los enfermos de Alzheimer se les stigacinido) la Feria de la Mente, en la que se muestra claramente cuñíticas y militares. Estando presentes esas cinco componentes culturales y axiológicas, es casi seguro que estamos ante una nueva tecno-ciencia, dado que su componente tecnológica es muy intensa: infografía del cerebro como método usual de investigación, y en un futuro próximo nanotecnologías.

El pasado mes de septiembre de 2014 se celebró en Sheffield, Reino Unido, el *Festival of Mind*, una feria tecnocientífica donde fue posible vislumbrar *cuál es la agenda tecnocientífica actual en el ámbito de las neurociencias*. Mencionaré una de las innovaciones presentadas: a enfermos de Alzheimer se les muestran robots emocionalmente programados, es decir, artefactos tecnológicos con capacidad para suscitar emociones en personas cuyos cerebros tienen deterioros cognitivos. Tratándose de tecno-juguetes diseñados para suscitar emociones, su índice de eficacia es notable, lo que permite lograr recuperaciones parciales en el funcionamiento cerebral de las personas afectadas por la enfermedad de Alzheimer.² La Universidad de Harvard presentó algo todavía más futurista: los enjambres de robots, y más concretamente de *kilobots*. El experimento consiste en agrupar robots sin memoria y con un *software* mínimo, con un sensor de rayos infrarrojos que les dice si cerca hay otro robot o no. Se trata de imitar a la naturaleza (bandadas de pájaros, termiteros) de modo que, en base a reglas muy sencillas, dichos robots puedan construir estructuras complejas, que luego puedan ser implementadas en el cerebro humano. En la medida en que esos enjambres de robots, siendo cada uno de ellos “estúpido” por separado, sean capaces de simular por interacción algunas funciones del cerebro humano, la hibridación entre neuronas y robots permitirá mejorar las capacidades cognitivas del cerebro, abriendo una nueva etapa a la inteligencia artificial. Lo importante de esta tecnología experimental, a mi modo de ver, es la agenda a la que apunta: construir *tecno-neuronas*, es decir, neuronas tecnológicamente asistidas que puedan paliar algunas disfunciones cerebrales y mejorar otras.

En 2002, el proyecto NBIC incorporó la construcción de cerebros artificiales a la agenda tecno-científica. Que se logre el objetivo o no está por ver; lo importante es la

2. Estas referencias provienen de una información publicada en el diario *El País* (España, 30-9-2014, p. 37) y firmada por Guillermo Altares.

agenda misma, que marca la dirección a seguir, el programa, lo que se pretende hacer para generar innovaciones. Lo propio de la tecno-ciencia es su pretensión de cambiar el mundo, en este caso el cerebro humano. Tal y como se plantea el experimento presentado en Sheffield, se quiere paliar enfermedades de degeneración o trastorno cerebral. ¡Pero nada impide pensar que estas “tecno-neuronas” podrían ser implantadas en cualquier tipo de cerebro, si construir las fuese posible! Una vez vislumbrada esa posibilidad, y aunque no sea factible hoy por hoy, la investigación tecno-científica camina en múltiples direcciones: la filosofía de la mente ya no basta y hay que hacer filosofía de las neurociencias partiendo de los avances y agendas que las tecno-ciencias del cerebro suscitan. La filosofía de las neurociencias será muy distinta a la filosofía de la mente, porque tomará como punto de partida los avances que se produzcan en la investigación neurocientífica, dejando de lado las especulaciones filosóficas sobre la mente y el cerebro. Otro tanto ocurrirá con las diversas percepciones sensoriales, que serán analizadas en base al funcionamiento de las redes neuronales, y no a partir de concepciones filosóficas preestablecidas, como ha ocurrido hasta ahora.

Un segundo ejemplo de tecno-ciencia recientemente surgida tiene que ver con los *Big Data*, es decir, con la computación en la nube (*cloud computing*). Ofrece servicios de acceso a documentos y archivos en Internet, incluidos los de los propios usuarios, pero con la peculiaridad de ser masivos, porque esos servicios son utilizados por millones de personas. La nube de la información es una bella metáfora, sin duda, pero lo cierto es que todos esos datos están en tierra, concretamente en grandes equipamientos informáticos gestionados por las principales empresas transnacionales de la información, como Google, Apple, Amazon, Facebook, Twitter y algunas otras. Utilizan grandes equipamientos y la novedad estriba en que no son gestionados por entidades públicas (salvo los datos militares y policiales), sino por empresas privadas que han sabido encontrar un modelo de negocio en esa *minería de datos*, como también se denomina.

Tradicionalmente, los grandes proyectos de la *Big Science* fueron financiados por los gobiernos (*Manhattan, ENIAC, Hubble, Human Genome*), dado su enorme coste y, en particular, dada la enorme inversión que se requiere para construir y mantener los costosos equipamientos científicos que hacen falta para desarrollarlos. La novedad es que en el siglo XXI la iniciativa privada está asumiendo los costes de parte de la *Big Science*. Los considera como una inversión que puede ser rentable, el ejemplo de los *Big Data* resulta adecuado. También se habla de un nuevo sector industrial, las industrias de la ciencia, basado precisamente en la construcción, gestión y mantenimiento de los grandes equipamientos científicos que hacen falta para que avance la investigación científica en algunas áreas de conocimiento. El ejemplo más reciente es el descubrimiento del bosón de Higgs en el CERN europeo. No hay duda de que se trata de un gran avance científico, pero también es cierto que el CERN constituye uno de los principales ejemplos de agencia tecno-científica con financiación pública, al menos en Europa. En el caso de los *Big Data*, lo notable es que Google y las empresas tecno-científicas semejantes han sabido encontrar un importante nicho de negocio en la acumulación de los datos y la información, la cual se convierte en capital, como hace años mostró Manuel Castells (1996). Es lo que ocurre ahora con toda esa masa de datos, con la peculiaridad de que son datos

aportados gratuitamente por los propios usuarios y que luego son gestionados y capitalizados por las empresas especializadas en este nuevo sector tecno-científico.

Valga este segundo ejemplo para mostrar que la tecno-ciencia convierte a las acciones humanas en mercancía y capital, generando valor gracias a la acumulación masiva de datos. Habría mucho que hablar sobre la “nube”, que en realidad es una forma novedosa de tecno-ciencia, pero estas primeras consideraciones pueden valer para indicar que los filósofos de la ciencia tienen mucho trabajo que hacer en torno a la ciencia contemporánea, en lugar de seguirse restringiendo a analizar las teorías científicas de Newton, Darwin y Einstein, por apasionantes que éstas sean.

El tercer ejemplo se centra en el análisis tecno-científico de la propia práctica científica y se refiere a los sistemas de indicadores, que desempeñan un papel fundamental a la hora de cuantificar y medir la ciencia, la tecnología y la innovación. Los resultados de la investigación científica suelen ser artículos, y valen más aquellos que se publican en revistas indexadas, cuyos índices de impacto son medidos por empresas privadas como Thomson Reuters (antes ISI), Scopus y otras muchas, incluidas alguna agencias gubernamentales, como la *European Science Foundation*. Google mismo ha lanzado un nuevo sistema de medición de los impactos de la ciencia, su índice h, que cuantifica para cada científico cuántas publicaciones (h) tiene con h citas en *Google Scholar*. En el caso de la I+D, esa tarea la desarrolla la OCDE, con su Manual de Frascati y otros muchos que se derivan de él, incluidos el Manual de Lisboa y el de Canberra. Para analizar la innovación la OCDE elaboró el Manual de Oslo, que conforma el tecno-paradigma dominante en la materia, así como el Manual de Bogotá, que fue diseñado por la RICYT específicamente para la región latinoamericana. No hay dudas sobre el rigor científico de dichos manuales, máxime teniendo en cuenta lo difícil que es medir la innovación. Sin embargo, quiero subrayar otra propiedad de esos instrumentos: su condición tecno-científica. Eso queda particularmente claro en el subtítulo del Manual de Oslo, que dice así: “guía para recoger e interpretar datos sobre innovación”. El Manual no aporta una teoría científica sobre la innovación, no se enuncia ley alguna. Se proponen definiciones, pero son puramente operacionales, diseñadas para poder medir y obtener datos cuantitativos agregables. En cambio, sí se pretende que todos los países de la OCDE midan la innovación de la misma manera, con los mismos procedimientos y recurriendo a los instrumentos conceptuales y metodológicos diseñados por el Manual de Oslo. Se quiere lograr que los datos de innovación de los distintos países y regiones sean comparables entre sí, lo cual es condición *sine qua non* para el diseño de políticas científicas comparadas, que se toman como referencia entre sí.

Una vez logrado eso, y tras introducir sistemas de indicadores, los sistemas nacionales y regionales de innovación devienen comparables, pudiendo incluso definir clasificaciones entre ellos, al igual que entre las empresas y las organizaciones. El objetivo es saber quién innova, y quién innova más. No se trata de buscar las causas (*know why*), y ni siquiera de saber qué es la innovación. El Manual de Oslo sólo se ocupa de las innovaciones generadas por empresas, aunque reconoce que hay otras formas de innovación, no sólo empresariales. Su objetivo último consiste en determinar cómo hay que medir la innovación y cómo hay que operar luego con esos datos. Para ello, los expertos que lo han elaborado aportaron

mucho conocimiento, procedente de diversas ciencias sociales. Pero el Manual como tal es una herramienta que ayuda a actuar, y más concretamente a diseñar políticas de innovación. Otro tanto sucede con los rankings universitarios, e incluso con el índice de impactos y de citas que cada científico puede tener en un momento dado. Todas esas magnitudes son indicadores, que apuntan a direcciones y estrategias de acción. Las tecno-ciencias son proactivas y los sistemas de indicadores no pretenden explicar ni comprender por qué un sector económico o un país es más innovador que otro. Pero tampoco se limitan a ser instrumentos descriptivos, porque han sido diseñados con vistas a la práctica ulterior, para orientar acciones y estrategias empresariales, organizativas e institucionales. Con diferentes matices, es algo común a los diversos sistemas de indicadores, incluidos los de bienestar, felicidad o creatividad, por mencionar otras modalidades de tecno-ciencias sociales.

Cada sistema de indicadores, en la medida en que se convierte en un estándar, puede ser comparado a las matrices simbólicas de las que habló Kuhn para caracterizar los paradigmas científicos. Pues bien, los sistemas de indicadores caracterizan a las diversas ciencias sociales y las pugnas entre unos y otros puede ser comparada con los paradigmas rivales kuhnianos. La filosofía de la tecno-ciencia es posible, e incluso puede inspirarse en la filosofía de la ciencia del siglo XX. En todo caso, hay métodos tecno-científicos para investigar los sistemas de I+D y los procesos que tienen lugar en ellos, así como para clasificar a sus distintos agentes. Otro tanto sucede con los sistemas nacionales o regionales de innovación. Para llevar a cabo esas tareas los sistemas de indicadores desempeñan un papel crucial, razón por la cual deberían de ser objeto prioritario de estudio por parte de los filósofos de la tecno-ciencia.

112

No se trata más que de unos primeros ejemplos; podríamos aportar otros. En los últimos quince años han emergido varias tecno-ciencias sociales y humanas, aparte de las tres que he comentado brevemente. Lo que es común a todas ellas es su condición transformadora del mundo, sea éste del tipo que sea, y sea del tamaño que sea. La revolución tecno-científica ha llegado a las ciencias sociales y humanas y, previsiblemente, no las va a abandonar. Sobre todo porque tiende a transformar radicalmente a las personas, convirtiéndolas en *tecno-personas*, aunque ésta es una cuestión que no voy a tratar aquí (Echeverría, 2013: cap. 1 y 6).

4. A modo de conclusión

Las reflexiones precedentes pretenden abrir nuevas vías de investigación y de reflexión a la filosofía de la ciencia. Ésta corre el riesgo de convertirse en una especie de parque temático, donde se cultivan y mantienen vivos a autores y enfoques que hicieron grandes aportaciones en el pasado siglo. Merecen nuestro respeto y consideración, pero el mundo ha cambiado radicalmente desde la segunda mitad del siglo XX, y la ciencia también. La filosofía de la ciencia debería asumir esos cambios, profundizando en líneas menos exploradas, como la filosofía de la práctica científica, la filosofía social y política de la ciencia y, en último término, la filosofía de las tecno-ciencias e innovaciones.

La ciencia moderna se ha caracterizado por la búsqueda del conocimiento, entendiendo por tal las hipótesis y teorías científicas. Las tecno-ciencias, en cambio, tienen el objetivo de generar innovaciones. El conocimiento científico es un fin en sí mismo para los científicos, pero para las empresas y agencias tecno-científicas no es más que un medio para producir innovaciones. Por tanto, la filosofía de la tecno-ciencia ha de incluir una *filosofía de la innovación* (Echeverría, 2014). Las tecno-ciencias contemporáneas exigen un replanteamiento profundo de la filosofía de la ciencia, porque para ellas son importantes varias modalidades de conocimiento, no sólo el conocimiento causal, que ha sido el objetivo tradicional de la ciencia. No son explicativas ni predictivas, pero sí proactivas y performativas, porque pretenden transformar el mundo y no sólo conocerlo o explicarlo. Las tecno-ciencias sociales, en particular, tienden a transformar las relaciones sociales, tarea en la que han cosechado éxitos considerables en los últimos años, que han estado marcados por la difusión social de las tecnologías de la información. Pero las tecno-ciencias humanas que se vislumbran plantean un desafío mayor: si es posible o no la transformación tecno-científica de las personas, de modo que surjan *tecno-personas*. Este desafío es explícito en el caso del transhumanismo, que subyace al informe *Converging Technologies* de la NSF (2002), pero también con las neurociencias, cuya condición tecno-científica hemos resaltado.

Los filósofos de la ciencia tienen que reflexionar mucho sobre el futuro de su disciplina, pero también sobre el futuro de los seres humanos, de los que no resulta improbable afirmar que van a mostrar grados mayores o menores de *tecno-humanidad*. El avance de las tecno-ciencias conlleva el de la tecno-cultura, con todas las consecuencias que ello implica. Seguir centrándose en las teorías científicas equivale a practicar la estrategia del avestruz.

113

Bibliografía

BUSH, V. (1945): *Science, the Endless Frontier*, Washington, Government Printing Office.

CASTELLS, M. (1996-98): *La Era de la Información*, Madrid, Alianza.

ECHEVERRÍA, J. (2003): *La revolución tecnocientífica*, Madrid/México, FCE.

ECHEVERRÍA, J. (2007): "Towards a Philosophy of Scientific Practice: From Scientific Theories to Scientific Agendas", en F. Minazzi (ed.): *Filosofía, Scienza e Bioetica nel dibattito contemporaneo*, Roma, Instituto Poligrafico e Zecca dello Staa, pp. 511-524.

ECHEVERRÍA, J. (2012): "Technomathematical models in Social Sciences", en M. Weber, D. Dieks, W. J. González, S. Hartman, F. Stadler y M. Stältzner (eds.): *Probabilities, Laws, and Structures*, Springer, Dordrecht, PSE, pp. 347-360.

ECHEVERRÍA, J. (2013): *Entre cavernas: de Platón al cerebro pasando por Internet*, Madrid, Triacastela.

ECHEVERRÍA, J. (2014): *Innovation and Values: a European Perspective*, University of Nevada, Center for Basque Studies.

ESTEBAN, J. M. y MARTÍNEZ, S. (2008): *Normas y Prácticas en la Ciencia*, México DF, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas.

EUROPEAN COMMISSION (2004): *Nanotechnologies: A Preliminary Risks Analysis*, Brussels, Community Health and Consumer Protection.

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H.; SCHWARTZMAN, S.; SCOTT, P. y TROW, M. (1994): *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*, Londres, Sage.

JASANOFF, S. (1995): *Science at the Bar*, Cambridge, Harvard University Press.

LATOUR, B. (1987): *Science in Action*, Cambridge, Harvard University Press.

MARCOS, A. (2010): *Ciencia y acción. Una filosofía práctica de la ciencia*, Reno, NV, University of Nevada Reno, Center for Basque Studies. la NSF (2002),cientáctica de la ciencia, México DF, FCE.

114 MARTÍNEZ, S. (2005): *Geografía de las prácticas científicas*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas.

OECD (2002): *Frascati Manual, Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, París.

OECD/EUROSTAT (2005): *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*.

OLIVÉ, L. (2007): *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, México DF, FCE.

RICYT/OEA/CYTED (2001): *Standardization of Indicators of Technological Innovation in Latin American and Caribbean Countries: Bogotá Manual*, Buenos Aires.

ROCCO, M. y BAINBRIDGE, W. S. (2002): *Converging Technologies for Improving Human Performance*, National Science Foundation.

VELASCO, A. y LÓPEZ BELTRÁN, C. (2013): *Aproximaciones a la filosofía política de la ciencia*, México, UNAM.

ZIMAN, J. (2000): *Real Science. What it is and what it means*, Cambridge University Press.