

# Tecnociencia, tecnoética y tecnoaxiología\*

## *Technoscience, technoethics and technoaxiology*

Javier Echeverría\*\*

### 1. De la ciencia a la tecnociencia

Gran parte de la ciencia ha experimentado una profunda mutación en la segunda mitad del siglo XX y se ha transformado en tecnociencia, como han afirmado autores como Hottois, Latour, Agazzi y otros muchos. Por nuestra parte, hemos intentado mostrar que esa transformación constituye una auténtica revolución tecnocientífica<sup>1</sup>, aunque no en el sentido de Kuhn, puesto que lo que ante todo ha cambiado es la estructura de la práctica científica, más que los paradigmas del conocimiento. A la primera etapa de la tecnociencia, que empezó durante la Segunda Guerra Mundial, se la llamó *Big Science* (Derek de Solla Price). Estuvo caracterizada por grandes programas de investigación financiados por el Gobierno Federal de los EEUU (Radiation Laboratories, Proyecto Manhattan, ENIAC, conquista del espacio, telescopio espacial Hubble, proyecto Genoma, etc.) y eran ejecutados por Agencias Estatales como la National Science Foundation, la NASA, los National Institutes of Health, el laboratorio de Brookhaven, etc., que fueron creadas para ejecutar y ges-

tionar esos macroproyectos de investigación en los que colaboraban estrechamente científicos, ingenieros, técnicos, empresarios, políticos y muy frecuentemente militares.

La macrociencia requiere grandes equipamientos y considerables recursos económicos para ser desarrollada, con lo que la obtención de financiación se convirtió en uno de los principales problemas para la tecnociencia. Sin embargo, su rasgo distintivo más característico, por lo que a la práctica científica respecta, consiste en la estrecha colaboración entre científicos, ingenieros y técnicos, razón por la cual se comenzó a hablar de Investigación y Desarrollo (I+D), vinculando estructuralmente la investigación científica a los desarrollos tecnológicos patentables, que pasaron a convertirse en el auténtico objetivo de la actividad tecnocientífica.

Esta hibridación entre ciencia y tecnología ha traído consigo un profundo cambio en la práctica científica, perdiendo las comunidades científicas la autonomía que tradicionalmente habían tenido a la hora de elegir las cuestiones a investigar. La emergencia de la tecnociencia también ha traído consigo la aparición de la

\* Este ensayo ha sido elaborado en el marco del Proyecto coordinado de investigación FFI2008-03599/FISO del Ministerio español sobre "Filosofía de las Tecnociencias Sociales", desarrollado en el Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigación Científicas (Madrid, España). Documento entregado el 17 de Mayo de 2010 y aceptado el 21 de Junio de 2010.

\*\* Licenciado en Filosofía. Licenciado en Matemáticas. Doctor en Filosofía - Universidad Complutense de Madrid. Profesor de la Universidad del País Vasco. Miembro de la fundación de investigación Ikerbasque. Correo electrónico: j.echeverria@eresmas.net

<sup>1</sup> ECHEVERRÍA, Javier. La revolución tecnocientífica. Madrid: Editorial Fondo de Cultura Económica, 2003.

política científica, mediante la cual se definen los planes nacionales de I+D y las líneas de investigación prioritarias en cada país. El informe de Vannevar Bush al Presidente Roosevelt, *Science, the Endless Frontier* (1945), puede ser considerado como el comienzo de las políticas científicas estatales, así como la primera teorización de cómo debía ser la *Big Science*, bajo el liderazgo gubernamental.

En una segunda etapa, a partir de 1980, y también en los Estados Unidos de América, surgió la tecnociencia propiamente dicha, la cual se caracteriza por la hibridación entre científicos e ingenieros ya mencionada, pero también por otras novedades, como la aparición de un nuevo objetivo, *la innovación*, la emergencia de un nuevo tipo de agente, *las empresas tecnocientíficas*, y por el interés que la I+D comenzó a suscitar en la iniciativa privada y en los mercados financieros como posible ámbito para hacer negocios. Gracias a dos iniciativas de la Administración Reagan, la modificación de la ley de Patentes y la desgravación fiscal por invertir en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), muchísimo dinero privado comenzó a financiar la actividad tecnocientífica, marcándole un nuevo objetivo, la innovación, que debería contribuir a mejorar la competitividad y la productividad de las empresas en los mercados.

La aparición de las siglas 'I+D+i' y de los sistemas nacionales de innovación sintetizan esta segunda época de la tecnociencia, en la que la innovación se convierte en el objetivo principal de la actividad tecnocientífica, de la que forma parte la investigación científica, pero sólo como una parte. A finales de los 80 la inversión privada en tecnociencia comenzó a ser superior a la inversión pública, primero en EEUU, luego en otros países del mundo (Japón, Canadá, algunos países europeos), con lo que se empezó a conformar la economía del conocimiento (Drucker). Desde una perspectiva filosófica, la

ciencia y la tecnociencia pueden distinguirse con base en el siguiente criterio: para los científicos la búsqueda del conocimiento es un fin en sí mismo; para los tecnocientíficos, en cambio, el conocimiento científico se convierte en un medio para generar desarrollos tecnológicos e innovaciones que acaben siendo rentables en los mercados y compensen las inversiones que las empresas hacen en I+D.

Por tanto, en el caso de la tecnociencia el progreso científico es inseparable de los avances tecnológicos y de los beneficios económicos, políticos o militares que la actividad tecnocientífica ha de generar. Por otra parte, el conocimiento científico depende estrictamente de los avances tecnológicos, al no ser posible observar, medir ni experimentar sin recurrir a grandes y costosos equipamientos. No toda la ciencia actual es así, pero una parte muy importante sí, en particular en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación, las biotecnologías y las nanotecnologías, así como de las diversas tecnociencias sociales que las acompañan.

Matizando las tesis de Hottois y Latour, pensamos que la emergencia de la tecnociencia no implica necesariamente la subsunción en ella de la ciencia, la técnica y la tecnología. Estas cuatro modalidades de saber siguen existiendo y es posible distinguirlas entre sí. Sin embargo, uno de los grandes cambios que ha traído el siglo XX, si no el mayor, consiste en la emergencia de la tecnociencia, gracias a la cual ha sido posible la globalización, el desarrollo de la ingeniería genética y, más recientemente, la transformación de la materia viva e inerte a escala nanométrica: las nanotecnociencias, por así llamarlas, suponen un desafío todavía mayor para la naturaleza, la economía (nueva revolución industrial), las sociedades y el propio cuerpo humano, gracias a la nanomedicina y los nanofármacos.



Los programas de convergencia tecnológica nano-bio-info-cogno<sup>1</sup> suponen la plena consolidación de la tecnociencia y aportan nuevas agendas de investigación, desarrollo e innovación, que en algunos casos se plantean incluso la transformación de la propia especie humana. El programa de la National Science Foundation (NSF) norteamericana, en efecto, se titula *Converging Technologies for improving Human Performance*, y a algunos de sus planteamientos les subyace la ideología transhumanista, que afirma la posibilidad de generar una nueva especie humana, a base de implementar tecnológicamente las capacidades naturales del cuerpo y del cerebro humano. No hay que olvidar que una parte del programa de la NSF se titula *La conquista del cerebro* y adopta metáforas claramente colonizadoras en relación a las capacidades psíquicas de las personas.

## 2. De la ética a la tecnoética

Tanto las Tecnologías de la Información y el Conocimiento (TIC) como las biotecnologías y las nanotecnologías aportan desafíos éticos muy importantes, hasta el punto de que en los últimos años han surgido varias extensiones de la ética, por ejemplo la infoética, la bioética y la nanoética. Mario Bunge ya dijo en 1977 que era preciso una *tecnoética*, que debería ser desarrollada por los propios tecnólogos como una *ética de la responsabilidad*, dado que las decisiones tecnocientíficas se toman muchas veces por ensayo y error, estando basadas en una evidencia empírica limitada. Según Bunge, los tecnólogos son responsables técnica y profesionalmente de sus decisiones, pero también moralmente, sobre todo en algunos ámbitos de la tecnología. Por consiguiente, propugnaba una *tecnoética* que enunciase una serie de re-

glas racionales para orientar el progreso científico y tecnológico.

Desde otra perspectiva, más preocupada con el medio ambiente, Hans Jonas vino a afirmar algo similar cuando publicó su célebre libro *The imperative of responsibility*<sup>2</sup>, así como su obra ulterior sobre tecnomedicina: *On Technology, Medicine and Ethics*<sup>3</sup>. Desde la perspectiva de los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), las aportaciones más relevantes a la ética de la tecnología han sido las de Carl Mitcham, quien ha dedicado varias obras y numerosos artículos al respecto. En su *Enciclopedia of Science, Technology and Ethics*<sup>4</sup>, Mitcham dedica una sección a la tecnoética, en la que resume sus propuestas.

Recientemente, Lupiccini y Adell han editado un libro colectivo que recoge las diversas posturas en relación a la tecnoética, el *Handbook of Research on Technoethics*<sup>5</sup>, donde abordan a fondo problemas particularmente controvertidos de la bioética, como las tecnologías de clonación y las de preservación de la vida, pero también cuestiones de infoética, como las nuevas formas de control a distancia, la invasión de la privacidad y otros problemas morales generados por el avance de la Internet y la expansión de las TIC.

En resumen, la emergencia de la tecnociencia ha traído consigo la aparición de un nuevo ámbito de reflexión moral, la tecnoética, cuyas tres principales ramas son la nanoética, la infoética y la bioética. Desde un punto de vista cronológico, ésta última fue la primera en surgir, gra-

<sup>1</sup> NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Industrial Research Institute Inc.: 2002.

<sup>2</sup> JONAS, Hans. *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. Chicago: The University of Chicago Press, 1979. 254p.

<sup>3</sup> JONAS, Hans. *On Technology, Medicine and Ethics*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.

<sup>4</sup> MITCHAM, Carl. *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*. Edición revisada. Macmillan Reference USA: 2005. 1800p.

<sup>5</sup> LUPICCINI, Rocci y ADELL, Rebecca (Editores). *Handbook of Research on Technoethics*. Hershey: Idea Group Publishing: 2008. 950p.

cias a la obra pionera de Van Rensselaer Potter, un bioquímico norteamericano, quien publicó *Bioethics: Bridge to the future*<sup>6</sup>, partiendo de las ideas de Leopold sobre el medio ambiente. Los experimentos de los nazis con seres humanos en los campos de concentración y los debates sobre los límites de la vida (aborto, eutanasia) fueron otros motores de la reflexión bioética, pero hay que resaltar la importancia que en su desarrollo tuvo el pensamiento jurídico, y en particular la jurisprudencia norteamericana.

Todo ello acabó cristalizando en el Informe Belmont de 1979, en el que se afirmaron los principios de autonomía, beneficencia y justicia como las pautas para un comportamiento bioético adecuado, y no sólo para investigadores, sino ante todo para los médicos. Es importante subrayar, como hace Gilbert Hottois, que “la bioética es constitutivamente multi – e inter–disciplinaria: fue creada y se desarrolló bajo el impulso de médicos, biólogos, teólogos, filósofos, juristas, psicólogos ... pero, también, recientemente, de sociólogos, de politólogos, de economistas...”<sup>7</sup>; e incluso cabe afirmar, como el propio Hottois propone, que “la bioética es menos una disciplina que una práctica multidisciplinaria e interdisciplinaria”<sup>8</sup>.

Por nuestra parte, aceptamos plenamente estas dos tesis de Hottois y las ampliamos al conjunto de la tecnocética. También la infoética y la nanoética están estrechamente vinculadas a los problemas concretos que surgen de la práctica tecnocientífica y han sido creadas a partir de las reflexiones y comentarios de diversos tipos de expertos. La fórmula de los Comités de Bioética puede ampliarse sin dificultades a los Comités de Tecnoética, en los que pueden integrarse personas de muy diferentes formaciones académicas y profesionales, siempre que tengan que

afrontar y resolver problemas morales suscitados por el uso de las diversas tecnociencias en sus respectivas actividades profesionales.

### 3. Axiología de la tecnociencia

Sin embargo, pensamos que la tecnociencia no sólo plantea problemas éticos y morales, sino que abre una serie de cuestiones axiológicas mucho más amplias. Desde el punto de vista de los valores, la aparición de la tecnociencia ha traído consigo cambios axiológicos importantes. Aunque es posible analizar por separado los sistemas de valores que rigen la actividad científica y tecnológica, en la práctica tecnocientífica se produce una hibridación de diversos sistemas de valores, algunos de ellos muy heterogéneos entre sí. Esta mayor complejidad axiológica implica un desafío importante para la filosofía de la tecnociencia, que puede ser resumida por medio de las siguientes tesis generales:

- La filosofía de la ciencia no debe limitarse a ser una teoría del conocimiento científico (epistemología), sino que también ha de ser una teoría de la actividad científica. Otro tanto cabe decir de la filosofía de la tecnología<sup>9</sup>.
- La emergencia de la tecnociencia ha traído consigo cambios importantes en la práctica de los científicos e ingenieros, hasta el punto de que cabe hablar de la *revolución tecnocientífica del siglo XX*, como anticipamos en el apartado anterior<sup>10</sup>.
- La tecnociencia no se limita a describir, explicar o predecir lo que sucede, sino que interviene en el mundo, sea éste fi-

<sup>6</sup> POTTER, Van Rensselaer. *Bridge to the future*. New Jersey: Prentice Hall. 1971. 205p.

<sup>7</sup> HOTTOIS, Gilbert. ¿Qué es la bioética? Edición parcial en español. Bogotá: Editorial Kimpres Ltda., Universidad el Bosque, 2007. p 21.

<sup>8</sup> *Ibid.*, p 25.

<sup>9</sup> Para un desarrollo más amplio de esta tesis: ECHEVERRÍA, Javier. *Filosofía de la Ciencia*. Colección *Tractatus philosophiae*. Madrid: Editorial Akal, 1995. 216p.

<sup>10</sup> Esta tesis ha sido expuesta más ampliamente en ECHEVERRÍA, Javier. 2003. *Op. Cit.*



sico, biológico, social, simbólico o de otro tipo, e interviene *para transformarlo*<sup>11</sup>. Tradicionalmente, la ciencia ha pretendido conocer cómo es el mundo; en cambio, las técnicas y las tecnologías han surgido para transformarlo. Las tecnociencias del siglo XX sintetizan ambas propiedades y, por tanto, generan conocimientos, pero dichos conocimientos ya no tienen la finalidad de indagar cómo es el mundo, sino la de transformarlo.

- Por tanto, es preciso indagar los valores que orientan esas acciones transformadoras. Para ello, tanto las propuestas de Agazzi<sup>12</sup> como las de Rescher<sup>13</sup> son particularmente importantes. Agazzi afirmó que las acciones humanas están guiadas por valores, y siempre ha subrayado que la ciencia y la tecnología tienen sus propios sistemas de valores. En cuanto a Rescher, tanto en su libro de 1988 como en el ulterior de 1999 afirmó una *racionalidad valorativa* frente a las concepciones teleológica e instrumental de la racionalidad científica y tecnológica. Por nuestra parte, asumimos estas dos propuestas y añadimos un argumento que, a nuestro entender, tiene mucha importancia para la axiología de la tecnociencia: cuando se diseña un programa o un proyecto tecnocientífico suelen evaluarse los objetivos del mismo antes de llevarlo a cabo, dilucidando si se adecuan a las políticas científicas vigentes, a la estrategia de la empresa que financia esas investigaciones o a las normas éticas, medioambientales o informacionales que pueden estar vigentes en cada momento. Puesto que podemos evaluar los fines,

en lugar de una racionalidad de medios y fines hay que partir de una racionalidad de medios, fines y valores, siendo éstos últimos la clave de bóveda de la nueva concepción de la racionalidad.

- La axiología de la tecnociencia es una parte específica de los estudios interdisciplinarios de ciencia y tecnología, y no debe ser desarrollada únicamente por filósofos, sino por todas aquellas personas que evalúan las actividades tecnocientíficas y sus resultados, entre ellas el propio público, es decir la sociedad civil y los usuarios. Por tanto, la axiología difiere netamente de la epistemología y de la metodología, porque versa ante todo sobre la práctica de la tecnociencia, de la que se ocupan muchas personas, no sólo los filósofos.
- La axiología no se reduce a la ética ni a la moral. La actividad tecnocientífica es valorada en función de sistemas de valores que pueden ser analizados por los subsistemas que los conforman. Este artículo pretende resumir cuales subsistemas de valores guían la actividad tecnocientífica.
- Frente a los modelos maximizadores de la función de utilidad (teoría de la decisión racional), afirmamos la racionalidad axiológica acotada, que se basa en la satisfacción gradual de los diversos valores y en la existencia de cotas máximas y mínimas de satisfacción de los diversos valores. Las evaluaciones tecnocientíficas son procesos temporales e intersubjetivos, en los que intervienen diversos agentes, que a su vez asumen diversos tipos de valores. Al estudio empírico de los procesos de evaluación tecnocientífica lo denominamos *axionomía de la ciencia*, aunque en este artículo no nos ocuparemos de este punto<sup>14</sup>.

<sup>11</sup> Retomamos así las propuestas de Ian Hacking. 1982.

<sup>12</sup> AGAZZI, Evandro. El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas en la empresa científico-tecnológica. Madrid: Editorial Tecnos, 1996. 386p.

<sup>13</sup> RESCHER, Nicholas. Razón y valores en la época científico-tecnológica. Barcelona: Editorial Paidós, 1999. 224p.

<sup>14</sup> Sobre la axionomía de la ciencia ver: ECHEVERRÍA, Javier. Sci-

Los sistemas de valores tecnocientíficos mantienen algunos valores epistémicos, como los que señaló Kuhn (claridad, coherencia, precisión, generalidad, fecundidad, etc.), pero siempre incorporan otros sistemas de valores, por ejemplo tecnológicos, empresariales, políticos, jurídicos y, en ocasiones, también valores militares. Los valores de la tecnociencia son distintos de los de la ciencia, aunque los valores epistémicos también son relevantes en algunas fases de la actividad tecnocientífica. Lo importante es dilucidar cuáles son los sistemas de valores relevantes en cada una de las fases de la actividad tecnocientífica. Para ello, conviene proceder empíricamente, mediante una investigación interdisciplinaria basada en estudios de caso y en los protocolos de evaluación efectivamente usados al valorar las actividades e innovaciones tecnocientíficas.

En lugar de delimitar *a priori* los valores pertinentes para la ciencia y la tecnociencia en virtud de alguna caracterización teórica de ambos saberes, optamos por una estrategia analítica, consistente en localizar los valores efectivamente presentes en las diversas actividades tecnocientíficas y organizarlos en grupos o clases. Los subsistemas que iremos distinguiendo no son estancos. Valores de un grupo se interrelacionan con valores de otro grupo. Aun así, cabe distinguir como mínimo diez grupos de valores relevantes para la tecnociencia, como veremos brevemente a continuación.

#### 4. Sistemas de valores en la actividad tecnocientífica

En primer lugar, los valores *epistémicos* de los que hablaron Putnam y Laudan siguen siendo relevantes para la tecnociencia, porque muchos

ence, technology, and values: towards an axiological analysis of techno-scientific activity. *Revista Technology in Society*, volumen 25 (2). pp 205-215. *Studies in Science, Technology, and Society (STS)* North and South, 2003.

desarrollos tecnológicos e innovaciones están basadas en conocimiento científico previamente contrastado. Los artefactos tecnológicos actuales suelen ser construidos en base a teorías y aportaciones científicas suficientemente corroboradas.

Por tanto, los valores internos de la ciencia (verosimilitud, adecuación empírica, precisión, rigor, intersubjetividad, publicidad, coherencia, repetibilidad de observaciones, mediciones y experimentos, etc.) siguen siendo relevantes en la fase de producción de conocimiento. Cabe decir incluso que buena parte de esos valores epistémicos están *incorporados* en los instrumentos teóricos y experimentales que utilizan los científicos y los ingenieros. No insistiremos mucho en este primer grupo de valores, pero conviene recordar que la tecnociencia es una modalidad de ciencia y depende estrictamente del conocimiento científico. Eso sí, los valores epistémicos se mezclan con otros tipos de valores, generando sistemas axiológicos mixtos. La valoración de los proyectos y de los resultados, por tanto, no sólo es epistémico, aunque mantiene dicha faceta vinculada estrechamente al conocimiento científico justificado y validado.

En segundo lugar, entre los valores subyacentes a la actividad tecnocientífica hay valores típicos de la tecnología que tienen un peso considerable a la hora de evaluar las propuestas, por ejemplo los siguientes: funcionalidad, eficiencia, eficacia, utilidad, aplicabilidad, fiabilidad, facilidad de uso, rapidez de funcionamiento, flexibilidad, robustez, durabilidad, versatilidad, compatibilidad otros sistemas técnicos, etc. Obsérvese que muchos de estos criterios de evaluación proceden de propiedades que poseen los sistemas tecnológicos, las cuales se convierten en valores. Este es un fenómeno frecuente en el campo de la axiología.

Muchos filósofos de la tecnología han afir-

mado que la eficiencia es el valor tecnológico por antonomasia<sup>15</sup>. A nuestro modo de ver, no hay un valor tecnológico supremo, porque los valores se componen entre sí y generan subsistemas, de forma que las valoraciones nunca son atomísticas, sino sistémicas. La utilidad, la funcionalidad y la eficacia son valores previos a la eficiencia, que se combinan entre sí. En este segundo grupo también hay una pluralidad de valores, sin perjuicio de que la eficiencia sea un valor muy relevante.

En tercer lugar, en la segunda mitad del siglo XX han adquirido un peso específico muy considerable algunos *valores económicos*, como la apropiación del conocimiento (patentes, licencias de uso), la optimización de recursos, la gestión eficiente de recursos, el beneficio, la competitividad, la productividad, la rentabilidad, etc. Dichos valores aparecían raramente en la ciencia moderna, más centrada en los valores epistémicos. En cambio, en la actividad tecnocientífica actual siempre están presentes, y en muchas ocasiones son los prioritarios. Desde 1980, una parte considerable de las empresas tecnocientíficas privadas están financiadas por fondos de inversión y entidades de capital riesgo, que buscan lógicamente que sus inversiones sean rentables. Por tanto, no es de extrañar que los valores económicos y empresariales impregnen la tecnociencia. La economía de la ciencia forma parte de los estudios de ciencia y tecnología y aporta propuestas de interés a la hora de definir la noción de racionalidad tecnocientífica<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Es el caso de QUINTANILLA, Miguel Ángel. 1989; QUERALTÓ, Ramón. *Mundo, Tecnología y razón en el fin de la Modernidad*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias, 1993; QUERALTÓ, Ramón. *La Estrategia de Ulises o Ética para una Sociedad Tecnológica*. Sevilla: Doss Ediciones, 2008. 245p., y AGAZZI, Evandro. *Op. Cit.*, 386p. En el caso de QUERALTÓ (2008) ha hecho una interesante propuesta a favor de una tecnoética que estuviera guiada por el valor de la eficiencia.

<sup>16</sup> ÁLVAREZ, J. Francisco. *Economía de la ciencia y racionalidad imperfecta*. Laguna: Revista de filosofía. Número 6. pp 345-356.

En cuarto lugar, el impacto de la producción industrial y de algunas nuevas tecnologías sobre la naturaleza, por ejemplo la energía nuclear, la ingeniería genética y las nanotecnologías, ha suscitado una profunda reflexión sobre los riesgos medioambientales de la tecnociencia. A lo largo del siglo XX, y en buena medida como consecuencia de la aparición de la tecnociencia, ha surgido un nuevo subsistema de valores, que en un principio fueron considerados como éticos, pero que tienen su propia especificidad: los *valores ecológicos*. El más característico es la biodiversidad, pero también hay que mencionar la sostenibilidad, los riesgos para el medioambiente, el equilibrio de los ecosistemas, la contaminación, etc.

Los valores medioambientales tienen un peso creciente en las sociedades contemporáneas, como el problema del cambio climático muestra. Algunos los consideran valores éticos. Por nuestra parte, utilizaremos el término 'axiología' para hablar de ellos, distinguiéndolos como uno de los tipos de valores relevantes para la tecnociencia, los valores ecológicos. Las acciones individuales y colectivas que tienden a satisfacer esos valores, o a menguar los desvalores correspondientes, pueden ser denominadas acciones tecnoecológicas, más que tecnoéticas. Las acciones de Greenpeace o el protocolo de Kyoto son ejemplos de ese tipo de acciones. Por supuesto, al distinguir los valores ecológicos de los valores morales no establecemos una línea de separación. Aunque analíticamente haya que distinguir diversos tipos de valores, luego se combinan y mezclan, dando lugar a subsistemas mixtos de valores, que son los que orientan las acciones humanas o los que permiten evaluar sus resultados.

En quinto lugar, la incidencia de algunas inno-

Madrid: 1999.

ÁLVAREZ, J. Francisco y ECHEVERRÍA, Javier. *Valores y ética en la sociedad informacional*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia -UNED-, 1999.

vaciones tecnocientíficas en las sociedades es muy grande, razón por la cual algunas actividades tecnocientíficas, y en particular sus resultados, acaban siendo valorados por la sociedad, en base a los valores sociales y culturales que cada persona o grupo asuma como propios. Como vimos antes, algunas modalidades de tecnoética surgieron para abordar los problemas axiológicos que suscitan las biotecnologías, la tecnomedicina y las tecnologías de la información y la comunicación: intimidad, privacidad, autonomía, dignidad, información veraz, autonomía, seguridad, multiculturalismo, etc.

Estos *valores sociales* suelen estar vinculados a un sexto subsistema, el de los *valores culturales*, que resulta decisivo para que una innovación social sea aceptada o rechazada. La cultura tecnocientífica se va configurando por mezcla de las culturas científica, ingenieril, empresarial y política, pero luego interactúa con otras modalidades de cultura, sobre todo cuando genera innovaciones que pueden ser aceptadas o rechazadas por sus usuarios o consumidores. Los sistemas de valores socio-culturales son muy importantes para la tecnociencia.

Los valores jurídicos conforman otro grupo, el séptimo, puesto que las convocatorias públicas de proyectos y programas están reguladas y las empresas tecnocientíficas privadas pretenden generar patentes y licencias de uso, así como gestionarlas y comercializarlas. Por tanto, la tecnociencia ha de adaptarse al marco legal del país donde se desarrolla, lo que trae consigo una mediación jurídica significativa. Muchos conflictos tecnocientíficos acaban dirimiéndose en los tribunales, como el ejemplo de la bioética mostró en EEUU, pero también las demandas entre las grandes empresas biotecnológicas o del sector TIC.

En el caso de la tecnomedicina, las demandas y conflictos jurídicos están a la orden del día, de

modo que una empresa del sector ha de tener un gabinete jurídico experto, tanto para gestionar la propiedad del conocimiento como para atender demandas y pleitos. Para una empresa tecnocientífica, un experto en leyes que sea capaz de garantizar la propiedad del conocimiento y su explotación en los mercados mediante licencias de uso puede ser tan importante o más que un investigador de élite.

En cuanto a los valores políticos, ya vimos que orientan las políticas científicas generales y, en el caso de los parlamentos, inspiran las legislaciones que afectan a la actividad tecnocientífica. Particular importancia tienen hoy en día las actitudes de la ciudadanía hacia la tecnociencia, sobre todo a la hora de diseñar políticas públicas de I+D+i, cuya financiación se hace con el dinero de los contribuyentes. Otro tanto cabe decir de los valores democráticos en las políticas científicas, que traen consigo la presencia de una pluralidad de agentes en los procesos de diseño y toma de decisiones. En conjunto los valores políticos conforman un octavo subsistema, que suele estar vinculado a los subsistemas jurídicos y económicos, dado que las políticas científicas se desarrollan en un marco normativizado y requieren de fuertes inversiones.

En noveno lugar, las biotecnologías suscitan profundos problemas éticos y religiosos. De hecho, en el caso de la bioética se distinguen otras tantas variantes de bioética en función de las diversas creencias religiosas. Hay bioéticas cristianas, mahometanas, budistas, hindúes, confucianas, etc., de manera que los valores religiosos adquieren un peso específico considerable, sobre todo a la hora de valorar determinadas prácticas tecnocientíficas, que pueden chocar con las creencias religiosas de las personas. Otro tanto cabría decir de las tecnoéticas en general, puesto que algunas de ellas pretenden modificar algunas dimensiones del



ser humano, cosa que no se suele aceptar de buen grado. Como Hottois ha recalcado más de una vez, la bioética ha surgido para sociedades multiculturales, en las que conviven diversas creencias religiosas<sup>17</sup>.

Otro tanto cabe decir de la infoética, de la nanoética y de las tecnoéticas en general. Sin embargo, también hay problemas éticos generales, y muy graves. La honestidad de los científicos, ingenieros, técnicos y médicos, por ejemplo, es una condición *sine qua non* de la actividad tecnocientífica, y por tanto un valor nuclear. Sin embargo, no es el único valor nuclear de la tecnociencia, ni basta para orientar las diversas acciones tecnocientíficas, sólo es una componente axiológica. Ésta es la razón por la que la axiología de la tecnociencia no se reduce a una ética, con ser ésta indispensable para la reflexión y el análisis axiológico.

Cabe mencionar un undécimo tipo de valores, los estéticos, que a veces son decisivos a la hora de tomar las decisiones en relación a las innovaciones tecnológicas, puesto que el éxito social de éstas depende muchas veces de su diseño. En general, una de las peculiaridades de la tecnociencia consiste en que posee importantes componentes artísticas, de modo que el antiguo abismo entre ciencias y artes se ha reducido mucho. Las simulaciones informáticas con las que trabajan los científicos, por ejemplo, tienen una fuerte componente artística, como las TIC, las biotecnologías y las nanotecnologías muestran una y otra vez. Por su parte, los artistas actuales utilizan habitualmente herramientas tecnocientíficas (música electrónica, net-art, etc.). Las tecnociencias están acompañadas por tecnoartes y la interacción entre ambas suele ser intensa.

<sup>17</sup> De hecho, él distingue entre bioética y biomoral, reservando el primer término para abordar los problemas que surgen en sociedades donde conviven varias culturas y religiones. Según Hottois, la bioética tiene dos orígenes: "la I+D tecnocientífica y el multiculturalismo". HOTTOIS, Gilbert. Op. Cit., p 27.

Por último, no hay que olvidar los valores ligados a la actividad militar, en la medida en que muchas investigaciones tecnocientíficas han estado y siguen estando estrechamente vinculadas a los ejércitos, sobre todo en los EEUU. Esto es claro en tiempos de guerra, cuando las comunidades científicas ven cómo sus sistemas de valores quedan subordinados a los valores militares (patriotismo, disciplina, jerarquía, obediencia, lealtad, secreto, valoración positiva del engaño y del daño infringido al enemigo, propaganda, victoria, etc). La emergencia de la tecnociencia en la época de la Segunda Guerra Mundial estuvo fuertemente vinculada a una serie de proyectos militares y durante el resto del siglo XX buena parte de la actividad investigadora sigue siendo desarrollada por instituciones militares, sobre todo en los EEUU de América. Por tanto, los valores militares siguen estando presentes en el sector militar de la tecnociencia, que en algunos países es muy importante.

Si afináramos nuestro análisis podríamos distinguir más subsistemas de valores relevantes para la tecnociencia, pero los doce mencionados pueden bastar para justificar nuestra tesis principal, el pluralismo axiológico: los proyectos, acciones y resultados de la actividad tecnocientífica son valorados en función de diversos tipos de valores, siendo dichas evaluaciones heterogéneas entre sí, e incluso contrapuestas, sobre todo en algunos momentos y líneas de acción. También es importante subrayar que dichas evaluaciones las hacen agentes muy distintos (científicos, ingenieros, técnicos, empresarios, militares, políticos, juristas, gerentes, periodistas, usuarios, etc), razón por la que la esfera de los valores de la tecnociencia resulta ser mucho más amplia y compleja que lo que tradicionalmente ha sido considerado como la esfera de los valores: moralidad, religión y estética.

Los científicos se interesan ante todo por los valores epistémicos, los filósofos morales por

los dilemas éticos, los militares por el valor estratégico de algunas tecnociencias, los economistas por la competitividad empresarial y por la rentabilidad de las innovaciones, los juristas por el respeto a la ley y los ecologistas por la defensa del medio-ambiente. Todas estas perspectivas son válidas, pero ninguna agota los problemas axiológicos generados por la tecnociencia contemporánea. Precisamente por ello hay que plantearse el problema de la axiología en toda su generalidad y diversidad, en lugar de reducir la cuestión a una de las doce dimensiones de análisis axiológico antes mencionadas.

Concluiremos por tanto que no estamos únicamente ante problemas morales y éticos, sino ante una pluralidad de sistemas de valores, algunos de los cuales se contraponen entre sí, debido a que la tecnociencia incide en diferentes tipos de sociedades y culturas, que mantienen valores y creencias distintas, si no opuestas. Por eso preferimos hablar de *tecnoaxiología*, mejor que de *tecnoética*. Decíamos antes que la ciencia ha experimentado una mutación a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, cuyo resultado es la emergencia de la tecnociencia. Dado el impulso transformador de la tecnociencia, su difusión ha suscitado numerosos problemas éticos, culturales y sociales, sin olvidar sus dimensiones económicas, políticas, jurídicas y militares. Consecuentemente, la ética ha cambiado, surgiendo las tecnoéticas.

A nuestro entender, algunos problemas planteados por las tecnociencias desbordan los límites de la reflexión ética y aportan un cambio radical en la esfera de los valores. Proponemos el término de *tecnoaxiología* para denominar esos cambios. Si, como hemos supuesto desde el principio, las acciones humanas están guiadas por valores, y las innovaciones tecnocientíficas modifican radicalmente las capacidades de acción humana, entonces se ha producido

una importante transformación de los sistemas de valores que orientan las acciones humanas. El conjunto, lo que ha cambiado es la práctica científica y por eso han cambiado los valores que la guían.

## Bibliografía

1. AGAZZI, Evandro. El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas en la empresa científico-tecnológica. Madrid: Editorial Tecnos, 1996. 386p.
2. AGAZZI, Evandro. Right, Wrong and Science. The Ethical Dimensions of the TechnoScientific Enterprise. Amsterdam-New York: Editions Rodopi, 2004. 354p.
3. ÁLVAREZ, J. Francisco. Economía de la ciencia y racionalidad imperfecta. Laguna: Revista de filosofía. Número 6. pp 345-356. Madrid: 1999.
4. ÁLVAREZ, J. Francisco y ECHEVERRÍA, Javier. Valores y ética en la sociedad informacional. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia –UNED–, 1999.
5. ÁLVAREZ, J. Francisco y ECHEVERRÍA, Javier. Orientarse en un nuevo mundo, presentación del volumen “Infoética: los desafíos morales de las nuevas tecnologías”. Isegoría. Número 34. pp 7-17. 2006.
6. BUNGE, M. Towards a Technoethics. *Monist* 60(1), 96-107. 1997.
7. ECHEVERRÍA, Javier. La revolución tecnocientífica. Madrid: Editorial Fondo de Cultura Económica, 2003.
8. ECHEVERRÍA, Javier. Science, technology, and values: towards an axiological analysis of techno-scientific activity. *Revista Technology in Society*, volumen 25 (2). pp 205-215. *Studies in Science, Technology, and Society (STS) North and South*, 2003.
9. ECHEVERRÍA, J. Ciencia y Valores, Barcelona: Destino. 2001.
10. ECHEVERRÍA, Javier. Filosofía de la Ciencia. Colección *Tractatus philosophiae*. Madrid: Editorial Akal, 1995. 216p.
11. FLORIDI, Luciano. Information Ethics, its Nature and Scope. *Computers & Society* 34 (5). 2005.
12. GALVÁN, J. M. On Technoethics: IEEE Robotics and Automation. *Magazine*, volumen 10 (4). pp 58-63. 2003.



13. HOTTOIS, Gilbert. ¿Qué es la bioética? Edición parcial en español. Bogotá: Editorial Kimpres Ltda., Universidad el Bosque, 2007. p 21.
14. JONAS, Hans. On Technology, Medicine and Ethics. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.
15. JONAS, Hans. **The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age.** Chicago: The University of Chicago Press, 1979. 254p.
16. KUHN, T. S. **The Essential Tension.** Chicago: University of Chicago Press. 1977
17. LAUDAN, L. **Science and Values.** Cambridge: Harvard Univ. Press. 1984
18. LONGINO, H. **Science as Social Knowledge.** Princeton: Princeton Univ. Press. 1990.
19. LUPICCINI, Rocci y ADELL, Rebecca (Editores). **Handbook of Research on Technoethics.** Hershey: Idea Group Publishing: 2008. 950p.
20. MITCHAM, Carl. **Encyclopedia of Science, Technology and Ethics. Edición revisada.** Macmillan Reference USA: 2005. 1800p.
21. NOBLE, D.F. **La religión de la tecnociencia.** Barcelona: Editorial Paidós. 1999.
22. PUTNAM, H. **Reason, Truth and History.** Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
23. NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Converging Technologies for Improving Human Performance.** Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Industrial Research Institute Inc.: 2002.
24. POTTER, Van Rensselaer. **Bridge to the future.** New Jersey: Prentice Hall. 1971. 205p.
25. QUERALTÓ, Ramón. **Mundo, Tecnología y razón en el fin de la Modernidad.** Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias, 1993.
26. QUERALTÓ, Ramón. **La Estrategia de Ulises o Ética para una Sociedad Tecnológica.** Sevilla: Doss Ediciones, 2008. 245p.
27. RESCHER, Nicholas. **Razón y valores en la época científico-tecnológica.** Barcelona: Editorial Paidós, 1999. 224p.
28. SÁNCHEZ RON, José Manuel. **El poder de la ciencia.** Madrid: Editorial Alianza. 1992. 1020p.