

Ciencia, Tecnología y Sociedad en el siglo 21. Los retos de la tecnociencia y la cultura de CTS.

Manuel Medina

<http://ctcs.fsf.ub.es/prometheus21/>

En los orígenes de Ciencia, Tecnología y Sociedad

Para comprender el origen de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) hay que remontarse a los finales de la II Guerra Mundial y al principio de la Guerra Fría. La organización estatal y militar de la investigación científica durante la guerra condujo a resultados decisivos, de los que el más espectacular fue, sin duda, la construcción de bombas atómicas en el proyecto Manhattan. Tras la guerra, el papel de la ciencia se acrecentó notablemente en EE UU, el país que surgía de la misma como líder mundial, especialmente en lo relacionado con las investigaciones en las ciencias físicas, que fueron organizadas y financiadas por el Departamento de Defensa de cara al desarrollo de tecnologías de relevancia militar y política en el contexto de las confrontaciones de la Guerra Fría.

Al mismo tiempo, se fue estableciendo una imagen de la ciencia como cumbre y esencia de la razón y de la cultura humana y núcleo de la organización democrática y racional. En Europa, el filósofo de la ciencia Karl Popper abogaba, frente a los planteamientos marxistas, por “la aplicación de los métodos críticos y racionales de la ciencia a los problemas de la sociedad abierta” como base para la organización democrática y la reforma social. De algún modo, las concepciones de la filosofía de la ciencia del empirismo lógico encajaban con esta exaltación del conocimiento científico. La concepción fundamentalmente representacional y metodológica de la ciencia desembocaba en la defensa de la objetividad y la superioridad racional de la misma por encima de cualquier otra forma de conocimiento. La tecnología, interpretada como aplicación de conocimientos científicos, heredaba esa excelencia que la convertía en la forma de acción óptima.

Estas claras valoraciones positivas por parte de la filosofía de la ciencia contrastaban con el maridaje entre esa misma filosofía y la teoría de la neutralidad valorativa de la ciencia, promovida originariamente por el economista y sociólogo Max Weber a principios del siglo 20. En su lucha por estabilizar la institucionalización de

las nuevas ciencias sociales en las universidades alemanas, Weber se enfrentó a los académicos de izquierdas que defendían el compromiso y la implicación política y propugnó la teoría de una ciencia libre de todo tipo de valores y de vínculos ideológicos y políticos. De esta forma, se quiso establecer, teóricamente, una clara demarcación entre el ámbito de la ciencia como conocimiento y constatación objetiva de cuestiones de hecho y el ámbito de los valores, las normas, las ideologías, los intereses, etc.

Así pues, por un lado, se podía declarar, filosóficamente, a la ciencia libre de implicaciones valorativas y políticas, movida puramente por intereses teóricos y constataciones de hechos y, consecuentemente, exenta de responsabilidades por las posibles consecuencias problemáticas de los resultados de la investigación científica libremente ejercida. Por otro lado, según esa misma filosofía se podía legitimar, como racionales y óptimas, cualesquiera innovaciones y procedimientos científicos y tecnológicos, tomas de decisiones administrativas y políticas tecnocráticas, siempre que fuera posible interpretarlas como aplicaciones de conocimientos científicos.

Sin embargo, a partir de finales de los años 1960 el conjunto de estos presupuestos filosóficos fue puesto radicalmente en entredicho en el marco de un giro interpretativo, valorativo y político que se consolidó socialmente, de forma especial, en los EE UU y pasó posteriormente a Europa. En el contexto de los movimientos antinucleares, la oposición a la guerra del Vietnam, las crisis ecológicas, las revueltas estudiantiles y la crítica académica fueron cristalizando replanteamientos críticos que explícitamente cuestionaban la rígida delimitación entre hechos y valores, así como la supuesta supremacía racional de la ciencia y de la tecnología y la neutralidad de las mismas.

Así surgieron los programas de CTS en numerosas e importantes universidades norteamericanas. El mensaje de este movimiento, originariamente académico, insistía sobre los condicionamientos políticos y sociales y los trasfondos valorativos que regían la investigación y el desarrollo científico y tecnológico, y alertaba de los graves impactos que se estaban derivando para la sociedad y el medio ambiente. En vista de las consecuencias, en buena parte negativas, de muchas de las innovaciones científicas y tecnológicas, se reivindicaba la concienciación pública y el control social sobre las mismas. En el entorno de los estudios de CTS se fueron consolidando nuevas disciplinas sobre materias tradicionalmente marginadas, como la filosofía y la historia social de la tecnología.

Empezaron a proliferar estudios críticos sobre la ciencia, algunos de ellos, como los publicados por Paul Feyerabend, provenientes de una nueva filosofía de la ciencia y se plantearon, en general, una serie de cuestiones críticas que, de una forma u otra, se han mantenido vivas en el campo de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. La idea era sacar a la luz las dependencias de la gran ciencia respecto a centros

gubernamentales, militares, industriales y corporativos de dirección y control sobre el desarrollo científico y tecnológico, así como poner en evidencia las construcciones filosóficas dirigidas a fortalecer la autoridad científica y desvelar las extrapolaciones de teorías científicas utilizadas para justificar determinadas posiciones o legitimar modelos, agentes y medidas en la toma de decisiones económicas, sociales y políticas.

A lo largo del último tercio del siglo 20, el movimiento social y educativo CTS fue cuestionando eficazmente, sobre todo en los EE UU, las concepciones, las prácticas y las legitimaciones tradicionales de la ciencia y de la tecnología, así como de la política y de la educación científica y tecnológica a partir de los impactos y las implicaciones de las mismas que iban desde la guerra, los riesgos y las consecuencias de las industrias armamentísticas, nucleares y químicas hasta las contaminaciones medioambientales, las catástrofes ecológicas y las crisis sociales, etc. Como campo académico, los nuevos estudios de ciencia, tecnología y sociedad, especialmente en el ámbito de la historia y de la sociología de la ciencia y de la tecnología, desestabilizaron la autoridad de las interpretaciones y de las valoraciones propagadas por la filosofía analítica y la historia internalista de la ciencia, que hasta la década de 1960 habían dominado la escena académica, institucional y educativa. Estas investigaciones fueron poniendo, progresivamente, de manifiesto la compleja trama de los diversos agentes, actividades y entornos que integran las ciencias y las tecnologías contemporáneas. Al estudiar integradamente las prácticas y los contextos científicos y tecnológicos, la ciencia y la tecnología se mostraron, al igual que cualquier otro resultado de la cultura humana, como realizaciones sociales y culturales, que difícilmente podían reclamar los privilegios de la soberanía epistemológica, la excelencia racional y la neutralidad valorativa que tradicionalmente se les había otorgado.

Las guerras con CTS

Con todo ello, no fue de extrañar que un buen número de científicos y académicos sintieran amenazadas su imagen, su prestigio profesional y su preeminente posición en las instituciones de investigación, educación y gestión pública y temieran que sus trabajos, métodos y resultados de investigación pasaran a ser objeto de valoración y de intervención social y política. De hecho, se puso en marcha, a mediados de los años 90 en Norteamérica, una contrareacción que dio paso a las llamadas *Science Wars*, en las que científicos junto con filósofos aliados empezaron a combatir los estudios críticos de ciencia, tecnología y sociedad acusándolos de pseudocientíficos y antiracionales e intentando restaurar la hegemonía de la idea tradicional de la ciencia y, de paso, defender posiciones y territorios profesionales y académicos.

En estas confrontaciones se han distinguido por su combatividad algunos filósofos, como en el caso del filósofo norteamericano de la ciencia de origen argentino Mario Bunge quien hacía ya tiempo que había declarado la guerra a los estudiosos y los activistas de CTS bajo la bandera de la filosofía analítica de la ciencia. Según su visión de *Science Wars*, a partir de mediados de los años 60 se habían infiltrado en muchas universidades norteamericanas enemigos anticientíficos y pseudocientíficos que habían “construido un caballo de Troya dentro de la ciudadela académica con la intención de destruir desde dentro la cultura superior”². Entre esos enemigos destacan los representantes de la nueva filosofía y la sociología de la ciencia, descarriados, según Bunge, por la influencia de teorías marxistas. Para Bunge, se trata, en realidad, de “charlatanes académicos” que habría que expulsar de los “templos de la enseñanza superior” antes de que puedan minar la civilización moderna conduciéndonos a una nueva Edad Oscura. En vistas de lo serio de la situación, el filósofo de la ciencia hace un llamamiento de guerra a “todos los genuinos intelectuales” para que se alisten en el “Escuadrón de la Verdad” y luchen para dismantelar el caballo de Troya que intenta acabar con Academia.

Ciertamente no se puede tachar de exagerado al historiador de CTS Stephen Cutcliffe cuando compara los planes del extremista Bunge con la caza de brujas de McCarthy³. Pero, sin duda, es aún más significativo cómo se pretende legitimar la confrontación. El pecado capital de los estudiosos de CTS, en general, consiste en no comulgar con la imagen ni con las concepciones de la ciencia y de la tecnología características de la filosofía analítica de la ciencia, y, aún menos, con las implicaciones valorativas, sociales y políticas que se quieren derivar de las mismas.

En buena ortodoxia analítica, hay que entender la ciencia, fundamentalmente, como sistemas lógicamente estructurados de conceptos y de enunciados verdaderos y la actividad científica como una empresa intelectual de investigación teórica que, como Bunge no se cansa de insistir, se rige por la búsqueda de la verdad objetiva. La tecnología se entiende como el resultado de la aplicación de los conocimientos científicos en forma de sistemas de reglas de acción basadas en leyes científicas y, por consiguiente, máximamente racionales. De ahí se llega a concluir que “el conocimiento científico, la tecnología basada en la ciencia y las humanidades racionalistas no son sólo valiosos bienes públicos sino también medios de producción y de bienestar, así como condiciones para el debate democrático y la solución racional de conflictos”⁴.

El anterior enunciado de Bunge resume en pocas palabras algunos de los principales “mitos” positivistas que, según el científico Daniel Sarewitz, han guiado el desarrollo de las ciencias en los últimos cincuenta años, sirviendo más a los intereses de los científicos que a los del conjunto de la sociedad. Entre ellos se encuentran:

☞ *El mito del beneficio infinito*: Más ciencia y más tecnología conducen a más bien público.

☞ *El mito de la autoridad*: La información científica provee una base objetiva para resolver disputas políticas.

☞ *El mito de la frontera sin límites*: Los nuevos conocimientos generados en las fronteras de la ciencia son autónomos respecto a las consecuencias morales y prácticas de los mismos en el seno de la sociedad.⁵

Si comparamos los bandos de las guerras de la ciencia, queda claro que, a nivel dialéctico, las batallas se libran, fundamentalmente, entre concepciones filosóficas de tradición analítica y concepciones críticas, que implican, respectivamente, posiciones de carácter valorativo, social y político muy divergentes y frecuentemente opuestas las unas a las otras. De un lado se encuentran las concepciones divisorias tradicionales de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que sitúan a la ciencia en la posición jerárquica superior como conocimiento teórico objetivo, a la tecnología en el segundo lugar del escalafón como conocimiento práctico racional y a la sociedad, disociada de ambas, en el ámbito de las interacciones sociales, las ideas y las preferencias subjetivas, las valoraciones y las confrontaciones políticas de intereses y objetivos distintos. Las divisiones teóricas entre ciencia y sociedad se levantan sobre el postulado de la neutralidad valorativa de la primera, con el que se quiere, de algún modo, garantizar su descontaminación social. Este discurso filosófico tiende a legitimar la ciencia establecida, estabilizar el *business as usual* de la investigación y de la innovación tecnocientíficas y, de paso, fomentar la inmunidad investigadora. Pues, las responsabilidades éticas se plantean, preferentemente, en relación con las normas internas de “control de calidad” de los propios sistemas de producción científica y tecnológica, como las relacionadas con la revisión por pares o la “honestidad científica”. Dichos sistemas quedan prácticamente sellados para cualquier tipo de valoración democrática o intervención exógena debido a que para tener voz y voto se exige como condición general la competencia científica especializada. A la inversa, sin embargo, los sistemas de deliberación e intervención social y política se consideran dominios que han de estar especialmente abiertos a la intervención tecnocrática de los expertos científicos.

Del lado de los planteamientos de CTS, por el contrario, se cuestionan tales supuestos filosóficos analíticos junto con sus implicaciones valorativas y políticas. Frente a las divisiones teóricas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, se promueve la integración de los entornos teóricos, técnicos, sociales y políticos así como de los contextos de valoración y de intervención, y se destaca su relevancia para poder comprender y manejar la tecnociencia contemporánea. Al yuxtaponer los términos que

dichas divisiones habían disociado, el mismo nombre de los programas de Ciencia, Tecnología y Sociedad indica que tratan de reunificar, en un complejo entramado, lo que había sido dividido filosófica y académicamente.

En contraposición a las tesis que postulan la neutralidad, la superioridad racional y la libertad absoluta de la investigación científica, los nuevos planteamientos críticos interpretativos y valorativos reivindican nuevas formas de investigación responsable junto con la valoración y la intervención social de carácter democrático en los desarrollos científicos y tecnológicos, así como nuevos planteamientos para la gestión y la política de la ciencia y la tecnología, y para la evaluación de las consecuencias y de los riesgos derivados de las innovaciones científicas y tecnológicas.

Por todo ello, se considera necesario, no tanto difundir teorías filosóficas que estabilicen interpretativamente la investigación y el desarrollo científico y tecnológico al uso y fomenten la confianza acrítica en la bondad y la fiabilidad de la ciencia y la tecnología como base fundamental de la cultura moderna, sino promover la competencia cultural en CTS de todos los ciudadanos, en general, y de los científicos y tecnólogos, en particular, con vistas a su participación en procesos de valoración crítica y de intervención democrática en los problemas planteados por el desarrollo de las innovaciones, los impactos y las transformaciones tecnocientíficas.

Las confrontaciones que han aflorado en las llamadas *Science Wars* (con la intención, más o menos consciente, de poner en marcha la restauración de la hegemonía académica e ideológica de las teorías tradicionales de la ciencia y la tecnología) marcan la situación actual y las perspectivas de los estudios de ciencia y tecnología con la clara contraposición de dos tipos fundamentalmente distintos de modelos y de proyectos culturales, sociales y políticos frente a los retos de la tecnociencia en el siglo 21. Situados ante esta encrucijada, se plantea la pregunta decisiva acerca de ¿hacia dónde va CTS a partir de aquí?

Variaciones de CTS

En junio de 1989 tuvieron lugar en Valencia unas jornadas sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad que habían sido organizadas por el Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT), creado un par de años antes por un grupo de académicos de las universidades de Barcelona, Valencia, Oviedo y el País Vasco que estaban decididos a introducir y desarrollar los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad tanto en la investigación como en la docencia universitaria y en la enseñanza en general. En aquel primer congreso sobre CTS celebrado en España intervinieron, entre otros ponentes, Stephen Cutcliffe, Paul Durbin, Carl Mitcham y Langdon Winner

como representantes destacados de la historia y la filosofía de la tecnología en los EE UU.

Posteriormente, INVESCIT organizó otras jornadas internacionales sobre Estudios de la Ciencia y la Tecnología en la Investigación y la Educación que se celebraron en Barcelona en marzo de 1992. Esta vez intervinieron los más significativos representantes de los Estudios de Ciencia y Tecnología en Europa, entre los que se encontraba Bruno Latour, quien se daba a conocer personalmente por primera vez a un público español. Entre tanto, se había editado en 1990 la primera publicación en España con el título de Ciencia, Tecnología y Sociedad⁶, en la que se recogían las ponencias presentadas en las jornadas sobre CTS de Valencia junto con otras contribuciones de varios miembros de INVESCIT y el programa del grupo, basado en una comprensión constructiva y un estudio crítico de la ciencia y la tecnología claramente diferenciados tanto de la filosofía analítica como de los estudios puramente sociológicos.

Desde entonces el campo de los estudios de CTS ha evolucionado considerablemente a nivel internacional. Sin embargo, en el caso de España, donde CTS llegó con más de veinte años de retraso, se está aún muy lejos de poder afirmar lo que David Edge dijo ya en 1995 refiriéndose a los EE UU: “Para la mayoría de nosotros, la perspectiva crítica de CTS será un rasgo permanente de toda la educación liberal a lo largo de nuestras vidas”⁷. De hecho, CTS no ha llegado a estabilizarse propiamente en el estado español ni como campo académico ni como movimiento social. De ahí que tampoco haya llegado a representar un peligro real de desestabilización para las concepciones y las posiciones tradicionales de la ciencia y la tecnología ni, por tanto, a dar lugar a reacciones de confrontación al modo de *Science Wars*.

Ahora bien, cuando al principio INVESCIT empezó a introducir con fuerza los estudios de CTS en el contexto académico del área de lógica y filosofía de la ciencia, la reacción por parte de los partidarios de la filosofía analítica dominante en la misma fue, por lo menos, de recelo. Recuerdo el comentario de un colega de departamento quien refutó la filosofía de la tecnología con el argumento de que ésta era imposible, pues “¿cómo se podía hacer filosofía de una cámara fotográfica?”. Con el tiempo, algunas actitudes se han ido modulando de una forma menos reacia a los estudios CTS, especialmente a partir de la implantación por la LOGSE (Ley de Ordenación General del Sistema Educativo) de la asignatura de Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Enseñanza Secundaria y del interés despertado por CTS en algunos estados iberoamericanos. Al parecer, se debieron percibir en el horizonte de la enseñanza posibles rentabilidades académicas que animaron a subirse al tren de los estudios de CTS y a intentar redirigirlo.

Con todo, los intentos de asimilar, de alguna forma, los objetos de estudio de CTS han puesto repetidamente de manifiesto las *servidumbres semióticas* de la filosofía analítica de la ciencia, derivadas de su dependencia fundamental y su fijación analítica respecto a las representaciones lingüísticas así como de sus particulares alergias a los contextos materiales y sociales. El comentario sobre la filosofía de la tecnología y la cámara fotográfica mencionado anteriormente es significativo en este sentido en cuanto identifica la tecnología con artefactos materiales y, al considerar que estos están desprovistos de componentes enunciativos, no ve ningún interés ni ninguna posibilidad de un tratamiento filosófico de la misma.

Pero otros practicantes de la filosofía analítica de la ciencia han seguido la vía de la que podríamos llamar *asimilación semiótica* para poder producir una versión analítica de las cuestiones de CTS relacionadas no sólo con la tecnología sino también con la valoración y la intervención respecto a los desarrollos científicos y tecnológicos. En los inicios de esta vía encontramos, de nuevo, a Mario Bunge, el cual se ha encargado de difundirla como patrono de la filosofía analítica de la ciencia en los ámbitos hispánicos.

Para poder aplicar el tratamiento propio de la filosofía analítica de la ciencia, había que encontrar para el campo de la tecnología formulaciones lingüísticas que, de alguna forma, fueran similares a los sistemas conceptuales y teóricos con los que se identifica analíticamente a la ciencia. La interpretación de la tecnología como ciencia aplicada resolvió este problema. Para Bunge, lo que caracteriza la tecnología y constituye el estudio central de la filosofía de la tecnología son las reglas tecnológicas o normas fundamentales de la acción.

La condición de que las reglas tecnológicas habían de estar fundamentadas en leyes científicas, establecía el nexo directo entre la filosofía de la tecnología y la filosofía analítica de la ciencia. Dado que el modo analítico de fundamentar se basa en la derivación lógica y que en buena lógica asertoria no se pueden derivar reglas tecnológicas (enunciados normativos) de leyes científicas (enunciados nomológicos), Bunge introdujo lo que él llamó enunciados *nomopragmáticos*, a guisa de una especie de equivalentes asertorios de las reglas que permitían la derivación en cuestión.

De esta filosofía se derivan importantes consecuencias para el método tecnológico y la valoración de tecnologías. De acuerdo con la misma, la investigación tecnológica ha de partir de teorías para llegar a reglas intentando transformar algunas fórmulas legaliformes en reglas tecnológicas efectivas. De hecho, en la visión de Bunge, los científicos y los tecnólogos elaboran reglas sobre la base de las teorías científicas y los técnicos aplican dichas reglas. Es decir, la tecnología sería ciencia aplicada y la ingeniería, a su vez, aplicaría la tecnología. Para la filosofía analítica, las reglas

tecnológicas prescriben el curso de la acción práctica óptima y los actos guiados por la tecnología pueden considerarse máximamente racionales.

Otros filósofos seguidores de Bunge definen, de forma más o menos equivalente, la tecnología como “conjunto de conocimientos prácticos de base científica”, pero, en cualquier caso, las diversas variantes de la interpretación analítica siempre se levantan sobre concepciones fundamentalmente semióticas, incluso cuando se echa mano del término de moda *información* para definir la cultura como “información transmitida por aprendizaje” y, a continuación, distinguir entre información representacional, práctica y valorativa. Ni que decir tiene que la ciencia se entiende como la información representacional por excelencia, la tecnología como información práctica y la sociedad corresponde al ámbito de la información valorativa. Estas distinciones actualizan las concepciones y divisiones tradicionales de la ciencia, la tecnología y la sociedad en términos informacionales y, de paso, heredan todas las derivaciones de carácter valorativo, social y político propias de la filosofía analítica de la ciencia y claramente contrapuestas a los planteamientos fundamentales de CTS.

Con el discurso acerca de la información valorativa y los valores se intenta abrir la puerta, de alguna manera, a la asimilación analítica de las cuestiones relativas a la valoración y la intervención propias de CTS. Pues, así como la tecnología se interpreta como información práctica o formas de conocimiento práctico que corresponden a algún tipo de reglas de acción o enunciados *nomopragmáticos* con los que es posible operar al modo de la filosofía analítica, también se quiere procesar analíticamente los valores como información valorativa en forma de reglas o enunciados de valoración.

Ahora bien, hay que constatar, recapitulando, que estas versiones analíticas de CTS quedan fuera del mínimo común denominador que Stephen Cutcliffe señala como condición para pertenecer propiamente al dominio de CTS y que viene dado por i) la comprensión constructiva y el estudio de la ciencia y la tecnología en su contexto social, político y cultural, ii) la valoración crítica de los desarrollos científicos y tecnológicos y iii) las formas democráticas de intervención en los mismos.⁸ Pues, como es bastante obvio, ni parten de una comprensión constructiva y contextual de ciencia, tecnología y sociedad ni, menos aún, conducen a formas de valoración crítica ni de intervención social de carácter democrático. En cierto sentido, equivalen a un “secuestro” en tanto que determinadas interpretaciones de ciencia, tecnología y sociedad descartan dichas formas de valoración y de intervención para ponerlas bajo el control tecnocrático de *expertos* por razón de sus competencias teóricas especializadas.

En todo caso, las versiones de CTS académica y políticamente domesticadas y desvirtuadas tienden a convertirse en estudios descafeinados que, como dice Langdon Winner, en vez de ocuparse de cómo expandir los espacios sociales y políticos donde los ciudadanos normales puedan jugar un papel en la toma temprana de decisiones

acerca de los desarrollos científicos y tecnológicos que les afectan, parecen servir, más bien, para producir tesis doctorales, artículos y colecciones de libros.

Los retos de la tecnociencia

En contraste con la atonía del compromiso académico en general, si se comparan el estado y los impactos de la ciencia y la tecnología a principios del siglo 21 con las situaciones y las crisis que dieron origen al movimiento CTS hace más de treinta años, se puede constatar que siguen los mismos tipos de problemas y de retos. Siguen las guerras, como la de Irak, marcadas y alimentadas por el desarrollo científico y tecnológico de nuevos armamentos, comunicaciones, y transportes. Sigue la amenaza mundial de las armas de destrucción masiva nuclear, química y bacteriológica. Siguen los riesgos y los desastres ambientales de las industrias energéticas y químicas, etc.

Pero también es cierto que las configuraciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad se han transformado decisivamente. La división conceptual tradicional entre ciencia y tecnología se ha ido esfumando y dando paso al término *tecnociencia* que remarca el carácter híbrido propio de las investigaciones y las innovaciones de finales del siglo 20 y principios del 21. Las configuraciones tecnocientíficas son características de los campos punteros del desarrollo científico actual, como la ingeniería genética o la informática, y han generado nuevas disciplinas como la bioinformática, sin la que no hubiera sido posible desarrollar el Proyecto Genoma Humano como una de las realizaciones tecnocientíficas más representativas iniciadas en el siglo 20.

A su vez, las tecnociencias de la información y la comunicación han transformado los colectivos, los entornos, las interacciones y las dinámicas sociales, económicas y políticas dando paso a la *sociedad de la información digital*, en la que se ha puesto de relieve el papel central que juegan y han jugado a lo largo de la historia las técnicas, los artefactos y los entornos de la información y la comunicación en la configuración particular tanto de las sociedades como, en general, de las culturas, las ciencias y las tecnologías propias de cada época.

En lo que ha durado la, relativamente, corta historia de CTS, se ha puesto de manifiesto que ciencia, tecnología y sociedad no constituyen una tríada inmutable a lo largo del tiempo, sino que sus configuraciones van cambiando en la continua interacción de tradiciones, innovaciones y transformaciones. Sin duda, en la actualidad en vez de hablar de la ciencia y la tecnología por separado habría que referirse a la tecnociencia y más que contextualizarlas en la sociedad en sentido tradicional habría que situarlas en la actual sociedad de la información digital.

Pero no se trata de afinar meras precisiones terminológicas, sino de tener en cuenta diferencias muy relevantes de cara a plantearse la comprensión de las

innovaciones y los retos específicos de las tecnociencias y a abordar los impactos, las transformaciones y las crisis derivadas de los desarrollos tecnocientíficos. De hecho, el alcance de los impactos y la velocidad de los cambios operados por las tecnociencias informatizadas han superado ya el umbral crítico de las transformaciones revolucionarias en todos los ámbitos.

Así, los procesos de tecnocientificación se extienden a toda clase de bioentornos desde la producción de animales y plantas, hasta la medicina y la reproducción humana. Los impactos de las innovaciones biotecnocientíficas (como los alimentos transgénicos, los animales clonados, el control prácticamente total de la reproducción humana, las terapias génicas o la clonación de humanos en perspectiva...) están generando transformaciones tan rápidas y radicales que desestabilizan traumáticamente tradiciones culturales profundamente arraigadas, sin que se lleguen a ver formas efectivas de encauzarlas culturalmente de una manera adecuada.

La arrolladora expansión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación no sólo ha potenciado la tecnocientificación de la producción industrial civil y militar, sino que ha creado las redes digitales mundiales de información y comunicación por las que está avanzando, de una forma que parece imparable, la *globalización* universal de la economía, las finanzas, la política y la cultura. En los nuevos contextos globales, la primacía en el control de las tecnociencias digitales es la base de nuevas formas de hegemonía imperialista económica, militar, geopolítica y cultural. Pero, al mismo tiempo que han avanzado la intensiva tecnocientificación de la producción industrial y los procesos de globalización general, también han proliferado las consecuencias negativas y los riesgos a escala mundial que han desembocado en la llamada *sociedad del riesgo* y en las crisis, los conflictos y las confrontaciones sociales, culturales e internacionales relacionadas con dichos procesos.

Así pues, tecnociencia y sociedad de la información digital plantean en la actualidad retos tanto o, seguramente, más acuciantes e ineludibles que ciencia, tecnología y sociedad a mediados del siglo 20, ante los que hay que replantearse la pregunta sobre ¿qué hacer en CTS? En su obra *Ideas, máquinas y valores. Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Stephen Cutcliffe enmarca la búsqueda de una respuesta en el contexto de la contraposición entre los practicantes de la investigación académica y los partidarios del activismo en CTS. Su respuesta apunta a la integración de CTS como campo académico y movimiento social, una apuesta que muchos estaríamos dispuestos a compartir. Pero la difícil cuestión de fondo es establecer las condiciones de su realización.

La integración en cuestión supone, entre otras cosas, superar la disociación que existe con frecuencia entre la vía académica centrada preferentemente en estudios de interpretación teórica sin involucrarse en cuestiones concretas de valoración e

intervención y la vía activista interesada en la resolución de problemas de actualidad que implican determinadas posiciones valorativas y actuaciones, pero con bastante desconfianza hacia los tratamientos teóricos. Ciertamente, en el campo de los estudios de ciencia y tecnología se pueden encontrar, como hemos visto, planteamientos teóricos prácticamente sin relevancia o, incluso, con implicaciones negativas respecto a los intereses de los activistas comprometidos en CTS. Pero también se dan tendencias al puro activismo según el cual, como dijo un conocido activista CTS norteamericano, no hace falta comprender los problemas para resolverlos.

La necesidad de integrar en CTS investigación y compromiso social y educativo no es una cuestión de armonía sino la condición de la posibilidad de afrontar efectivamente los grandes retos planteados por las tecnociencias y las innovaciones tecnocientíficas junto con los impactos y los procesos generalizados de tecnocientificación y globalización. Las complejas configuraciones tecnocientíficas actuales plantean, sin duda alguna, el reto fundamental de la comprensión de su carácter esencialmente híbrido de teorías, tecnologías, agentes, prácticas y entornos materiales, simbólicos, sociales y ambientales.

Pero, más allá de las divisorias entre académicos/activistas, los retos más decisivos para las culturas del siglo 21, en general, y para los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, en particular, tienen que ver no sólo con la comprensión de la tecnociencia y de las innovaciones tecnocientíficas sino, de una manera especial, con los procedimientos de valoración e intervención que puedan manejar los impactos y las crisis generadas por las transformaciones y las globalizaciones tecnocientíficas. Así pues, la tarea de los estudios teóricos no tiene por qué reducirse a la mera producción de sistemas interpretativos sin relevancia operativa. Un objetivo necesario para poder encarar los retos de la tecnociencia y de la tecnocientificación global consiste en estabilizar modelos de interpretación, valoración e intervención, es decir, prácticas, entornos y recursos (tanto teóricos como técnicos y organizativos) de análisis y de reconstrucción que sirvan para interpretar y comprender la estructura y la dinámica de los procesos tecnocientíficos de innovación, estabilización y transformación y, a partir de ahí, poder valorar los impactos y las consecuencias e intervenir adecuadamente en dichos procesos.

La cultura de CTS

A mi entender, los enfoques que parten de concepciones integradas culturalmente de la ciencia y la tecnología representan el planteamiento más capaz de dar cuenta de la complejidad global de la tecnociencia con todas sus dimensiones simbólicas, sociales, materiales y ambientales. Ahora sí, hay que remarcar muy bien

que aquí no se trata de entender la cultura como reducida a pura información en el sentido de pureza semiótica, ni a meras representaciones, interpretaciones y valores en el sentido usual de los llamados estudios culturales. En su concepción integrada, la cultura se refiere al gran entramado híbrido por excelencia que incluye, ciertamente, las prácticas y los entornos simbólicos, pero también abarca los agentes y las prácticas, los artefactos, las técnicas y los entornos tanto materiales como sociales, situados conjuntamente en bioentornos determinados y dinamizados en el tiempo por la interacción de tradiciones, innovaciones y transformaciones.

El carácter reconocidamente híbrido de la tecnociencia no es una peculiaridad. Las subculturas tecnocientíficas son híbridas como lo son todas las culturas. Ciencia, tecnología y sociedad no constituyen sistemas cerrados que se delimitan mutuamente, sino que representan dimensiones de un mismo espacio cultural o, si se quiere, tres cabezas de un mismo cuerpo constituido por la cultura tecnocientífica.

El enfoque cultural integrado del estudio de la tecnociencia proporciona una base decisivamente más adecuada que las concepciones representacionales de la filosofía analítica o las puramente sociológicas de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, no sólo para interpretar e investigar integralmente la constitución y la dinámica de los sistemas, las innovaciones y las transformaciones tecnocientíficas. A partir de dicha base interpretativa, es posible, además, abordar de una forma mucho más clarificadora las complejas cuestiones y problemas de valoración e intervención que plantean los impactos, las crisis y las controversias derivadas de los procesos de tecnocientificación y globalización.

El estudio de los sistemas tecnocientíficos como prácticas y culturas implica la posibilidad de superar las teorías puramente interpretativas de la ciencia y la tecnología para tener en cuenta la estrecha vinculación existente entre las cuestiones de interpretación y las de valoración e intervención. Los métodos y los resultados de las interpretaciones culturales pueden y han de servir de instrumentos útiles para desarrollar mejores prácticas de valoración e intervención. La reconstrucción cultural de las innovaciones tecnocientíficas es decisiva, porque nos permite comprender su constitución y la dinámica de su estabilización y de sus impactos, y, así, abordar los retos con los que nos confronta la implantación de las mismas. Pues, si las innovaciones que producimos y estabilizamos tecnocientíficamente constituyen, en realidad, entramados de nuevos sistemas culturales, entonces podemos recobrar (*pace* toda clase de determinismos tecnológicos, sociológicos, biológicos, epistemológicos, históricos o metafísicos) una relativa libertad de valorar, seleccionar, cribar y ralentizar las innovaciones tecnocientíficas que han de configurar nuestra cultura en el futuro.

Embarcados ya en el siglo 21, es evidente que los sistemas tecnocientíficos se han constituido en los factores dominantes de la innovación y de la transformación a

escala cultural global, con todos los riesgos, beneficios y perjuicios que se derivan. Sin embargo, sistemas y subculturas tecnocientíficas no son creaciones aberrantes que pongan en peligro la cultura y la misma humanidad, sino que constituyen auténticas realizaciones culturales humanas que marcan distintivamente las culturas del presente. Los retos que nos plantean ahora consisten en interpretar y valorar las eventuales consecuencias irreversibles a las que nos puede conducir la estabilización de determinadas innovaciones tecnocientíficas así como las nuevas posibilidades que las mismas nos ofrecen, y en formular proyectos que permitan aprovechar las oportunidades y esquivar los riesgos que comportan y de decidir qué se va a hacer y cómo se va a intervenir. Para ello, las diversas culturas han de aprender a conjugar las innovaciones tecnocientíficas con la innovación de sistemas culturales CTS de interpretación, valoración e intervención capaces de moderar la producción y la estabilización de las primeras. En este contexto, los estudios de CTS han de servir para tomar conciencia histórica y colectiva de los retos de la tecnociencia y, desde ahí, proyectar la educación y la acción de CTS en el futuro.

NOTAS

¹ K. R. Popper, *The Open Society and Its Enemies*, vol. I, London, Routledge & Kegan Paul, 1966, pág. 1.

² Mario Bunge, "In Praise of Intolerance to Charlatanism in Academia", en P.R.Gross et al. (eds.), *The Flight from Science and Reason*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1996, pág. 96.

³ Stephen Cutcliffe, *Ideas, máquinas y valores .Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Anthropos, (en prensa).

⁴ Bunge, *op. cit.* pág. 110.

⁵ Daniel Sarewitz, *Frontiers of Illusion: Science, Technology and the Politics of Progress*, Temple University Press, Philadelphia, 1996.

⁶ Manuel Medina y José Sanmartín (eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Anthropos, Barcelona, 1990.

⁷ David Edge, "Reinventing the Wheel", en Jasanoff, Sh. et al. (eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Sage, Thousand Oaks, 1995.

⁸ Cutcliffe, *op. cit.*