



LA REPUBLICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

Emilio MUÑOZ y José Luis LUJAN

Es un hecho incuestionable que nos encontramos en una sociedad científico-tecnológica. Esta aseveración que parece evidente para el caso de los países desarrollados e industrializados, es también cierta respecto de los países en desarrollo o incluso de aquéllos en los que las negras nubes del subdesarrollo cubren el cielo del bienestar. La mayoría de los actos del ser humano contemporáneo, independientemente del entorno en que se mueva, se enfrentan a un logro o un déficit científico y/o tecnológico.

Aunque son muchos quienes estarían de acuerdo con la afirmación anterior, una parte de la población de los países desarrollados valora críticamente, cuando no de forma claramente negativa, las actividades científicas y tecnológicas. El movimiento ecologista, que afirma la primacía del medio y señala el valor de los recursos naturales, relaciona la ciencia y la tecnología con el desarrollo industrial tradicional, al que se acusa de la destrucción del entorno.

Pero también en estas sociedades desarrolladas se demanda que científicos y tecnólogos orienten su trabajo hacia la solución de problemas que se consideran acuciantes. La confianza en la ciencia y en la tecnología es también una realidad.

Esta valoración social ambivalente coloca a los científicos y tecnólogos contemporáneos ante nuevos retos. Además de potenciar la competencia profesional, las comunidades de expertos deben ocuparse de la dimensión social de su trabajo.

Actitudes sociales hacia la ciencia y la tecnología en la segunda mitad del siglo XX

La relevancia social de la ciencia y la tecnología ha seguido una trayectoria ascendente que alcanza su cénit tras la Segunda Guerra Mundial. En 1945 el ingeniero Vannevar Bush publicaba un informe en el que, haciendo uso de la metáfora de la frontera, expresaba su fe ilimitada en el progreso científico. Durante años los norteamericanos habían hecho avanzar la frontera hacia el Oeste; Bush calificaba la ciencia como una frontera sin fin, esto es, como una fuente de progreso ilimitado (1). Bush consiguió de este modo que la sociedad norteamericana firmara un contrato social para la ciencia (2).

Este acuerdo establecía que, como contrapartida al apoyo público y al respeto a la autonomía de los científicos, éstos estaban obligados a producir y compartir conocimientos libremente para el beneficio —en términos generales— de la sociedad. La ciencia adquiría de este modo la consideración de bien público. Como consecuencia del apoyo social obtenido, la ciencia ha experimentado un florecimiento en las últimas décadas. En los treinta años que transcurren desde la década de los años sesenta hasta los noventa, los recursos destinados al fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico por los cinco países más poderosos— Estados Unidos, Japón, Alemania, Reino Unido y Francia— se han triplicado en términos de dólares constantes.

Si tomamos el caso de los Estados Unidos, el país reconocido internacionalmente como referencia obligada, los recursos públicos destinados a la promoción de la investigación básica y apli-

(1) El informe, bajo el título *Science, the endless frontier*, fijaba las reglas del juego en el que el poder político y los científicos debían continuar la colaboración que tanto éxito había tenido con el *Proyecto Manhattan*. Esta colaboración se administraba bajo los principios de la mutua confianza, del altruismo y de la universalización de lconocimiento.

(2) Véase J. L. Luján y L. Moreno, 1996, «El cambio tecnológico en las ciencias sociales: el estado de la cuestión», manuscrito, IESA-CSIC, Madrid.

cada —sin tener en cuenta el desarrollo tecnológico— se multiplicaron desde los 8.000 millones de dólares de 1960 a los 21.000 millones de dólares de 1990. La inversión, incluyendo el esfuerzo público y privado, en investigación científica y desarrollo tecnológico alcanzó en 1991 los 152.000 millones de dólares, un 2,7% del Producto Interior Bruto (PIB). Se ha llegado a asumir que la cifra mágica del 2% del PIB en el fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico marca el umbral de la potencia y la independencia económicas.

En el mismo periodo y en el mismo país de referencia, Estados Unidos, los estándares de renta, de disfrute de vivienda, de cuidados de salud, de protección social y familiar, han ido decreciendo en las clases menos favorecidas, mientras que experimentaban un aumento en las clases más favorecidas, medias y altas. Tampoco existen pruebas de que, considerando al mundo en su conjunto, los avances en ciencia y tecnología se hayan traducido en avances sustentables que hayan contribuido a mejorar la calidad de vida de la humanidad.

Estos contrastes han situado en una posición paradójica a quienes han compartido el discurso basado en las expectativas optimistas que imperaba en los Estados Unidos. La agencia norteamericana de valoración de tecnologías (OTA, Office for Technology Assessment), una agencia creada para asesorar al Congreso norteamericano sobre el significado social de las innovaciones tecnológicas, afirmaba en 1991 que «la investigación suministra beneficios extraordinarios para la sociedad por la vía de la producción de nuevo conocimiento y la formación de científicos e ingenieros». Estas expectativas, que descansan en el acuerdo anteriormente señalado, han sido en numerosas ocasiones exageradas y, por lo tanto, incumplidas al intentar justificar públicamente grandes inversiones en ciencia y tecnología.

El mundo de la investigación se ha convertido en una competición entre disciplinas, u orientaciones disciplinares, por los recursos económicos que propiciaran su crecimiento. De este modo, se han elaborado argumentos en pro de la energía termonuclear, a favor del armamento nuclear como elemento estratégico disuasorio en la guerra fría, o para conseguir la curación del cáncer —objetivo que promovió el presidente norteamericano Richard Nixon y que está lejos de alcanzarse, a pesar de los notables progresos obtenidos en la biología básica del cáncer a lo largo de las dos últimas décadas—.

Cada nuevo éxito de la ciencia o de la tecnología genera más expectativas. Langdon Winner señala en este sentido que «la llegada de toda nueva tecnología representa impulsos para que flo-

rezcan las utopías: la fábrica, los ferrocarriles, el teléfono, la electricidad, el automóvil, el avión, la radio, la televisión, la energía nuclear, han marcado esta trayectoria a lo largo de los dos últimos siglos; siempre se abría la esperanza de una nueva y gloriosa era» (3). La falta de satisfacción de las expectativas suscitadas ha fomentado la sospecha de que el recurso a la justificación en función del bien público es una artimaña, una estratagema para explotar a la sociedad en beneficio de los intereses específicos de los científicos. La ciencia y la tecnología no han cumplido parte de las promesas, por lo menos tal y como han sido formuladas en numerosas ocasiones.

No se pueden negar, en cualquier caso, los logros reales en la mejora de la condición humana que ha promovido el cultivo sostenido de la ciencia. Tampoco tiene sentido responsabilizar a la ciencia y la tecnología de todos los problemas sociales y políticos. Hacerlo sería cometer el mismo error que quienes han creado expectativas infundadas en torno a la ciencia y la tecnología.

Desde finales de la Segunda Guerra Mundial la ciencia y la tecnología han gozado de un apoyo social sostenido sin precedentes. Este apoyo ha sido cuestionado en nuestros días por amplios sectores sociales. Esta nueva situación plantea importantes retos a científicos y tecnólogos, pero también, por ejemplo, a educadores y administradores públicos. El análisis de estos retos, aunque someramente, es el objetivo que nos hemos propuesto en las páginas siguientes.

Estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad

Durante los años setenta y ochenta se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre los aspectos sociales (económicos, políticos, éticos) de la ciencia y la tecnología. Un modo generalizado de referirse al conjunto de estas investigaciones es «estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad» (CTS). CTS es un ámbito de investigación y docencia con diferentes orígenes y orientaciones. En cualquier caso, los estudios CTS han intentado hacer frente principalmente a dos situaciones nuevas relacionadas con la ciencia y la tecnología: los cambios producidos en la actividad científico-tecnológica durante la segunda mitad del siglo XX, y la valoración crítica que de esta actividad han realizado determinados sectores sociales.

Durante los siglos XVII y XVIII los cultivadores de las ciencias sociales eran individuos, generalmente procedentes de la aristocra-

(3) L. Winner, 1986, *The whale and the reactor. A Search for the limits in an age of high technology*, University of Chicago Press, Chicago.

cia o apoyados por sus miembros. Un segundo paso tiene lugar en el siglo XIX con la profesionalización de la investigación científica en instituciones especializadas. Las organizaciones profesionales y empresariales fueron suficientes para promover y defender los intereses de la comunidad científica y técnica. El tercer paso, que tiene sus raíces en la Segunda Guerra Mundial, responde a la necesidad de una organización más compleja para el cultivo de la ciencia en virtud de su aplicación a la realización de grandes proyectos científicos y tecnológicos. Surge así el concepto de «Gran Ciencia», que requiere una dimensión organizativa nueva, superando el individualismo o la organización profesional para evolucionar hacia una gestión reminiscente de la requerida por el ejército o por una gran empresa. La necesidad de compaginar estos requisitos con la naturaleza especial de la investigación lleva a afrontar una orientación interdisciplinar tanto en la aproximación a la gestión como a la misma realización del conocimiento científico. Este es también el momento en el que surgen las políticas públicas de ciencia y tecnología.

Sin lugar a dudas, la naturaleza organizativa de la investigación científica y tecnológica ha cambiado enormemente en los últimos decenios. Pero, además, han surgido movimientos sociales que se han preocupado por los impactos sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología. Las organizaciones de consumidores y los grupos ecologistas elevan durante el último tercio del siglo el nivel de preocupación respecto a las orientaciones del cambio científico y tecnológico. Este clima crítico en relación con la ciencia y la tecnología tiene su eco también en las universidades. En el seno de las comunidades científico-técnicas se oye la voz de sectores que abogan por desarrollar una actividad más acorde con las necesidades sociales más inmediatas. Entre científicos sociales y humanistas se despierta el interés por analizar la ciencia y la tecnología como factores decisivos en la configuración de las sociedades contemporáneas.

Un breve panorama

El surgimiento de los programas CTS ha proporcionado un marco para el desarrollo de las investigaciones sobre ciencia y tecnología a partir de nuevas orientaciones disciplinares. Como ya hemos señalado, CTS no es una orientación homogénea y los diferentes orígenes disciplinares son patentes. Una posible clasificación en grandes orientaciones es la siguiente: humanistas, sociológicas y político-económicas.

A principios de los años setenta se produce una revolución en el ámbito de la sociología de la ciencia. La orientación mertoniana de

esta disciplina se había centrado en el análisis de la estructura institucional de la ciencia. A partir de una interpretación radical de la obra de T. S. Kuhn, los llamados sociólogos del conocimiento científico pretenden ofrecer una explicación atendiendo a factores sociales del contenido de las teorías científicas. Durante los años ochenta los principales enfoques de la sociología del conocimiento científico son aplicados al estudio de la tecnología.

El enfoque conocido como constructivismo social se ocupa de analizar los procesos de controversias científicas y tecnológicas. Se trata de mostrar que tanto la controversia como su clausura se deben a la influencia de factores sociales. Esta orientación ha sido aplicada en numerosos casos de la historia de la ciencia y de la tecnología. Los denominados estudios de laboratorio siguen una orientación semejante, pero centrándose en la lucha entre actores sociales que se produce allí donde se producen la ciencia y la tecnología de un modo más inmediato: los laboratorios. De acuerdo con estas investigaciones, la evolución de la ciencia y de la tecnología serían el resultado de un proceso de decisiones socialmente condicionadas.

La denominada economía evolucionista del cambio técnico puede considerarse como una orientación CTS en el terreno de la economía de la tecnología. Para los autores que trabajan en esta tradición, el cambio tecnológico se entiende como el resultado de dos procesos: variación y selección. Mientras que para los economistas neoclásicos la tecnología es un factor exógeno al proceso económico, para los evolucionistas es fundamentalmente endógeno. Otras características esenciales del evolucionismo en economía son las siguientes: considerar las propiedades dinámicas de la economía como producto de diferentes tipos de innovación; enfatizar la descentralización de los procesos de descubrimiento; y afirmar la existencia de patrones particulares de cambio (4).

Los cambios en la actitud social hacia la ciencia y la tecnología y las recientes investigaciones realizadas desde la sociología y la economía han conducido a reorientaciones sustanciales tanto en la formulación de políticas científico-tecnológicas como en los análisis politológicos de ellas.

En Estados Unidos, por ejemplo, se habla de un «cambio en la ecología de la ciencia» y se propone un acuerdo social sobre los siguientes tres puntos: 1) la ciencia es un instrumento esencial para alcanzar el bienestar social (el concepto de calidad de vida adquiere carta de identidad en las estrategias científicas); 2) la cien-

(4) Véase G. Dosi, 1991, «Perspectives on evolutionary theory», *Science and Public Policy*, 18/6: 353-361.

cia (y la tecnología) deben mantener una relación más robusta, firme y reactiva con el entorno; y 3) la ciencia debe estar dirigida tanto por criterios internos como externos.

Emilio Muñoz
y José Luis Luján

CTS como cambio socio-cultural

Carl Mitcham ha desarrollado un marco analítico (filosófico e histórico) de las ideas que han configurado la relación entre ciencia, tecnología y sociedad en la cultura occidental (5). Mitcham habla de tres concepciones de esta relación: la antigua, la moderna y la posmoderna. En la visión premoderna, la ciencia y la tecnología son consideradas como actividades separadas, aunque sujetas a una cierta guía y orientación externas, ya que son controladas por la sociedad (la religión o el Estado). La concepción moderna de la relación CTS representa una ruptura respecto a la tradición que podemos resumir en las dos proposiciones siguientes: 1) la ciencia y la tecnología deben ser aproximadas a modo que se promueva su influencia mutua, y 2) hay que garantizar la autonomía del binomio ciencia y tecnología —o ciencia-tecnología—, procurando que sean independientes del control social (religioso o político). Las figuras o elementos básicos de la transición hacia la concepción moderna serían Galileo, Francis Bacon y la Ilustración. La justificación del equilibrio de la Ilustración entre las fuerzas centrífugas y centrípetas radica en la idea de que el modismo de la ciencia-tecnología puede ayudar a mejorar la vida humana más que la religión o la política.

La orientación posmoderna contempla los problemas y las limitaciones que exhibe la relación CTS en la concepción moderna. En la interpretación de Mitcham, desde un punto de vista cultural y social se habría producido un giro en la forma de entender la ciencia y la tecnología. CTS sería precisamente una de las manifestaciones de esta transformación cultural.

La ciencia y la tecnología aparecen parcialmente separadas, pero con numerosas interacciones en las que la sociedad interviene para controlar o modular. Los programas CTS revelan las complejas posibilidades de estas interrelaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. El reto para las sociedades actuales es entonces el diseño de cauces institucionales para que esta interacción se produzca de un modo constructivo. Las agencias parlamentarias de valoración de tecnologías, los congresos de consenso, las *science shops*, los comités de bioseguridad y bioética, serían, entre otros, algunos de los ejemplos ya experimentados.

(5) Mitcham, 1989, «In search of a new relation between science, technology and society», *Technology in Society*, 11: 409-417.

El cambio en las condiciones sociales, políticas y económicas en las que se produce la ciencia y la tecnología plantea nuevos retos para sus cultivadores. Científicos y tecnólogos tienen que dar respuesta a las transformaciones «ecológicas» que afectan al entorno en el que se desarrolla su actividad.

Hasta tiempos recientes, científicos y tecnólogos podían desarrollar su trabajo sin preocuparse excesivamente de la respuesta social que podría producir. Ahora esta actitud es inviable. La actividad científica y tecnológica necesita desarrollarse a partir de la comunicación con el entorno social. Se puede hablar, en este sentido, de un cambio en la responsabilidad de científicos y tecnólogos.

Un ejemplo de esta línea es la investigación en biotecnología e ingeniería genética. Los investigadores en este campo (multidisciplinar) se han preocupado por conseguir la confianza pública. La moratoria sobre la investigación en ADN recombinante (Asilomar, 1975) y la formulación de las guías de bioseguridad elaboradas por distintas instituciones, así como los diferentes programas para investigar las consecuencias sociales de la ingeniería genética humana son ejemplos claros de cómo científicos y tecnólogos afrontan el nuevo entorno social (6).

Este cambio en la «ecología» de la ciencia significa también transformaciones en la formación de los científicos. Esta se ha dirigido aceleradamente hacia una especialización creciente. Consecuencias perversas de esta tendencia han sido no sólo la incomunicación con la sociedad, sino la incomunicación entre científicos y tecnólogos que cultivan ámbitos disciplinares fuertemente emparentados. La investigación de las consecuencias sociales y ambientales de la ciencia y de la tecnología va a necesitar de la interdisciplinariedad y de la integración disciplinar, tanto por objeto como por método. El análisis de un tema como las consecuencias ambientales de la liberación de organismos genéticamente modificados requiere el establecimiento de puentes entre la ecología, la genética molecular, la microbiología, o la biología evolutiva, entre otras disciplinas. Hoy sabemos que esta comunicación no es fácil y que en muchos casos se generan controversias entre expertos con distintas formaciones. Si introducimos también los aspectos sociales (impactos sobre las comunidades agrícolas, derechos de propiedad, impacto sobre la industria agroalimentaria o farmacéutica), la situación se vuelve más compleja.

(6) J. L. Luján, F. Martínez y L. Moreno, *La biotecnología y los expertos. Aproximación a la percepción de la biotecnología y la ingeniería genética entre colectivos de expertos*, CEFI, Madrid, 1996.

Diversos países europeos —Reino Unido, Países Bajos, Alemania y hasta cierto punto los países nórdicos— han ido incorporando progresivamente la orientación CTS a los programas educativos (en diferentes niveles), y de investigación. Esta iniciativa se ha extendido también a diferentes instituciones, por ejemplo, los parlamentos, que han reconocido la importancia de la valoración de tecnologías y de sus aplicaciones en relación con los análisis de políticas científicas y tecnológicas.

La Unión Europea ha ido integrando asimismo la filosofía CTS en sus iniciativas de promoción del desarrollo científico y tecnológico, articuladas en torno al Programa Marco. Uno de los primeros esfuerzos se ha orientado al reconocimiento de la relevancia de los estudios sobre prospectiva y valoración de tecnologías (Programa FAST, Forecasting and Assessment of Science and Technology) que ha contribuido a la elaboración de los programas de nuevas tecnologías. Posteriormente se ha puesto el acento en la evaluación de los programas de investigación y desarrollo integrados en el Programa Marco, siendo el objetivo tanto medir los efectos científicos como los socio-económicos de las investigaciones financiadas. El Programa SPEAR, Support Programme for Evaluation of Activities of Research, ha contribuido al desarrollo de metodologías e indicadores para la evaluación *ex post* de esos programas.

Aunque la competitividad ha sido el objetivo reconocido como principal en la política europea de fomento de I + D, la creciente preocupación por la política social ha supuesto el reconocimiento de la calidad de vida como objetivo prioritario de los principales programas propuestos. Estas preocupaciones se han recogido en el *Libro blanco sobre crecimiento, competitividad y empleo* —promovido por el ex presidente de la Comisión Europea, Jacques Delors—. Las orientaciones allí defendidas han supuesto la incorporación en el IV Programa Marco de un programa específico sobre Investigación Económica y Social —Targeted Socio-Economic Research, TSER—, en el que se promueven líneas de investigación sobre el análisis de la influencia de los impactos científicos y tecnológicos en el desarrollo de políticas de ciencias y tecnología, así como el diseño de programas educativos y formativos.

Los programas incluidos en el IV Programa Marco que tienen que ver con la investigación y las aplicaciones de nuevas tecnologías con potenciales impactos sociales y económicos, proponen líneas de investigación relativas al estudio de las cuestiones éticas, legales y sociales que están relacionadas con la implantación y el desarrollo de las mismas. Es importante mencionar la creciente

atención que se presta a los estudios sociales sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología.

CTS en España

Como ocurre en numerosas cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología, España presenta en términos generales un escaso desarrollo en lo que atañe a los programas CTS. Se ha introducido recientemente, sin embargo, una asignatura CTS en la educación secundaria por iniciativa del Ministerio de Educación y Ciencia. Se plantea el problema de la ausencia de profesorado adecuado, y algunas universidades están poniendo en marcha programas de formación CTS para cubrir esta laguna. También los CEPs (Centros de Profesores) han sido activos en este sentido.

La Universidad Carlos III de Madrid desarrolla un Master en Gestión de la Ciencia y la Tecnología relacionado en parte con la orientación CTS. Otras universidades como la de Valencia, la UNED, la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) o la Universidad del País Vasco, ponen en práctica programas de formación y de investigación próximos al *curriculum* específico CTS. Las dos últimas universidades citadas integran una red europea que ha puesto en práctica la experiencia de un Master Europeo en Ciencia, Tecnología y Sociedad (ESST) que se desarrolla en dos semestres: el primero trata sobre los aspectos filosóficos, históricos, sociológicos, económicos y políticos que configuran el marco disciplinar CTS y que tiene lugar en la universidad de origen utilizando material básico consensuado, mientras que en el segundo semestre cada universidad pone en práctica una especialidad —*Gestión de la innovación* en el caso de la UAM—, favoreciéndose el intercambio de estudiantes entre las universidades integrantes de la red.

Otras iniciativas, públicas y privadas, abordan algunas de las líneas de actuación que corresponden al enfoque CTS. Cabe mencionar, entre otras, las actividades del centro que con el nombre Ciencia, Tecnología y Sociedad, y dirigido por el profesor R. Pardo, fomenta la Fundación del Banco Bilbao Vizcaya (BBV), o las exposiciones del libro científico-técnico que ha promovido el Ministerio de Cultura en diversos países de Iberoamérica en los últimos años y que van acompañadas por delegaciones de científicos que transmiten sus análisis sobre el impacto científico y social de las disciplinas que cultivan.

Consideraciones finales

Para las sociedades contemporáneas la ciencia y la tecnología son asunto público, son *res publica*. Los ciudadanos de estas socie-

dades son conscientes de que las actividades científicas y técnicas afectan a su modo de vida. Esta toma de conciencia ha convertido a la ciencia y la tecnología en objeto de controversia social y debate político. Esta situación plantea numerosos retos en el terreno de la educación, de las instituciones democráticas y también para las comunidades de científicos y tecnólogos. La investigación interdisciplinar de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología se convierte en este contexto en una necesidad.

*Emilio Muñoz
y José Luis Luján*