

Ciencia, tecnología y sociedad

.....
JOSÉ A. LÓPEZ CEREZO

**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA (CONACYT) - PARAGUAY**

Coordinación General de Prociencia
Sergio Duarte Masi

**Coordinación de la Cátedra Ciencia ,Tecnología
y Sociedad (CTS)-Paraguay**
María de la Paz Bareiro

Secretario Técnico del Área de Ciencias (OEI)
Juan Carlos Toscano

Equipo técnico
Carlina Ibañez
Paloma Núñez

Asunción, 2017.

Email: catedracts@conacyt.gov.py
Web: www.conacyt.gov.py
Teléfono (s): (595 21) 606 772 / 606 773 / 606 774
Dr. Bernardino Caballero N° 1240 entre Eusebio
Lillo y Tte. Vera
Asunción - Paraguay

ISBN 978-99967-829-7-8





Ciencia, tecnología y sociedad

.....
JOSÉ A. LÓPEZ CEREZO

Contenidos

1. La ciencia y la tecnología en la agenda política _____	6
2. El síndrome de Frankenstein _____	7
3. La imagen tradicional de la ciencia y la tecnología _____	9
4. El viejo contrato social para la ciencia _____	11
5. Hacia un nuevo modelo de relación ciencia- tecnología-sociedad _____	13
6. Los estudios CTS _____	16
7. La ciencia y la tecnología como fenómenos sociales _____	19
8. Políticas públicas y activismo social _____	24
9. La necesidad de la acción educativa _____	29
10. Ciencia, tecnología y reflexión ética _____	31

Presentación

La expresión “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) suele definir tanto un objeto de estudio como un ámbito de trabajo académico. El objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico como en lo que atañe a las consecuencias sociales (y ambientales) de ese cambio. El ámbito de trabajo académico son las nuevas aproximaciones al estudio de la ciencia que se centran en la comprensión de su dimensión social (en los sentidos anteriores), y que surgen en los años 70 desde las ciencias sociales y la investigación académica en humanidades. Para diferenciar con claridad ambos sentidos de CTS, utilizaremos la expresión desnuda CTS para hacer referencia al objeto de estudio y la frase “estudios CTS” para el ámbito de trabajo académico.

En esta sección empezaremos comentando algunos obstáculos que la ciencia y la tecnología han encontrado en las últimas décadas respecto a su credibilidad y apoyo públicos. Veremos cuáles son los antecedentes socio-históricos de las reticencias con las que importantes segmentos sociales contemplan actualmente al fenómeno científico-tecnológico. Esta visión retrospectiva de la historia de la ciencia y la tecnología en las últimas décadas, y de los cambios en las actitudes públicas al respecto, nos permitirá entender la evolución reciente de los modelos políticos implantados en los países industrializados para gestionar el desarrollo científico-tecnológico. Sobre esta base introduciremos los estudios CTS como una reacción académica contra la tradicional concepción esencialista de la ciencia y la tec-

nología, subyacente a los modelos clásicos de gestión política. Veremos la nueva imagen del fenómeno científico-tecnológico que emerge desde los años 70, asociada a este campo académico. Dos líneas de desarrollo de los estudios CTS, en políticas públicas y educación, nos permitirán comprender las importantes repercusiones sociales que se derivan de esa reconceptualización en los estudios CTS de la naturaleza y dinámica de la ciencia-tecnología. Por último, una pequeña reflexión sobre las relaciones ciencia-tecnología-sociedad en el mundo actual conectará los ámbitos anteriores de estudio académico y activismo social con el ámbito específico de la reflexión ética.

Objetivos del módulo

- ▷ Apreiciar la relevancia actual de la ciencia y la tecnología en los asuntos públicos y la conducta personal. Tomar conciencia de la necesidad de una alfabetización científica para la participación en la vida pública.
- ▷ Comprender la importancia de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que respecta a sus condicionantes políticos, económicos, culturales, etc., como en lo que concierne a sus implicaciones éticas, ambientales, sociales, etc.
- ▷ Relevar la necesidad de abrir la ciencia y la tecnología a la comprensión ciudadana, los valores públicos y la participación social.
- ▷ Adquirir familiaridad con los estudios recientes sobre los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología: con el enfoque general de análisis en los estudios CTS, así como sus principales autores y corrientes.

1 La ciencia y la tecnología en la agenda política

Un buen modo de destacar la importancia que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad contemporánea es a través de un significativo testimonio: el Congreso Mundial sobre la Ciencia celebrado en Budapest (Hungría) en junio-julio de 1999, y convocado por la Unesco y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU). Las naciones del planeta se reunían por vez primera para hablar exclusivamente de la ciencia y de su papel en el mundo actual. La Cumbre reunió a delegados de casi 150 países, así como a representantes de numerosas asociaciones científicas y organizaciones relacionadas con la ciencia. El evento se cerró con la aprobación por el plenario de una Declaración sobre la ciencia y el uso del conocimiento científico, así como del desarrollo de ese documento en una agenda mundial para la ciencia: un marco de acción. El tema estrella del Congreso y de la propia Declaración era articular y consensuar un nuevo contrato social para la ciencia.

CONGRESO DE BUDAPEST. El contenido de los documentos aprobados y los temas tratados en Budapest son de una extraordinaria importancia en el mundo contemporáneo: problemas y desafíos como el de la responsabilidad social de los científicos y tecnólogos, el papel del Estado en la financiación de la ciencia, la reorientación de las prioridades de investigación hacia las necesidades reales de la población, las profundas asimetrías en los sistemas de I+D (investigación y desarrollo) de diversas naciones y regiones, la integración de las mujeres y grupos sociales desfavorecidos en los sistemas de investigación, la actitud ante otras formas de conocimiento no asimiladas por la ciencia occidental, los cambios en la educación científica y los modelos de co-

municación de la ciencia, etc. Estos eran algunos de los temas tratados en Budapest e incorporados en los documentos aprobados en el Congreso. Los documentos originales, en castellano, se encuentran en: <http://www.oei.es/budapest.htm>

El Congreso de Budapest es un esfuerzo más para hacer frente a uno de los problemas principales a los que se enfrenta nuestra sociedad de fin de siglo: la renegociación de las relaciones entre ciencia y sociedad. El complejo científico-tecnológico no parece responder a las expectativas y necesidades del mundo de cambio de siglo. Se trata de un problema complejo con dimensiones académicas, ético-políticas, económicas y educativas; un problema realmente difícil de exagerar dada la extraordinaria relevancia que ha adquirido la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Es también un tema que ocupa el centro del interés académico de los recientes estudios de “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS), conocidos asimismo como estudios sociales sobre ciencia y tecnología. Los estudios CTS, que estuvieron presentes en la reunión de Budapest, constituyen un joven y pujante campo de trabajo centrado en la comprensión de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología. En lo que sigue exploraremos la nueva visión de la ciencia y la tecnología que, de la mano de los estudios CTS, va extendiéndose y consolidándose en las últimas décadas. Para ello es preciso antes revisar con brevedad el contexto socio-histórico de la “Declaración de Budapest” y de los propios estudios CTS.

Ampliación: http://en.unesco.org/unesco_science_report
<http://www.oei.es/cts.htm>

UNESCO (1998), Informe mundial sobre la ciencia 1998,
Madrid: Santillana/Ediciones
UNESCO

2 El síndrome de Frankenstein

Una idea que se repetía en Budapest es que “la fiesta ha terminado para los científicos”. Se trata de una frase publicada en el diario británico *The Times* hace casi 30 años por una de las más respetadas políticas británicas: Shirley Williams. Mediante ella se hacía referencia al fin del apoyo incondicional a la ciencia, al descontento y la desconfianza que muchos intelectuales, y buena parte del público, comenzaban a sentir ya entonces con respecto a la ciencia. ¿Qué es lo que ocurre hace tres décadas? ¿Cuáles son los motivos de ese distanciamiento entre ciencia y sociedad? ¿Por qué es necesaria una renegociación de las relaciones entre ciencia y sociedad?

La literatura constituye con frecuencia un buen termómetro de las inquietudes sociales en cada época. En 1968, en pleno apogeo del movimiento contracultural, Theodore Roszak expresaba sus ideas sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el mundo contemporáneo:

Cualesquiera que sean las aclaraciones y los adelantos benéficos que la explosión universal de la investigación produce en nuestro tiempo, el principal interés de quienes financian pródigamente esa investigación seguirá polarizado hacia el armamento, las técnicas de control social, la objetería comercial, la manipulación del mercado y la subversión del proceso democrático a través del monopolio de la información y el consenso prefabricado. (Roszak, 1968: 286)

Las palabras de Roszak, tremendas y exageradas como corresponden a un teórico de la contracultura, reflejan no obstante el espíritu de los tiempos: una creciente sensibilidad social y preocupación política por las conse-

cuencias negativas de una ciencia y tecnología fuera de control. Es lo que se ha llamado “síndrome de Frankenstein”, que empieza a extenderse en la opinión pública de los años 60 y 70 dentro del mundo industrializado.

SÍNDROME DE FRANKENSTEIN. El “síndrome de Frankenstein” hace referencia al temor de que las mismas fuerzas utilizadas para controlar la naturaleza se vuelvan contra nosotros destruyendo al ser humano. La bella novela de Mary Shelley, publicada en 1818, recoge estupendamente esa inquietud. “Tú eres mi creador, pero yo soy tu señor”, le dice el monstruo a Victor Frankenstein al final de la obra. Se trata de la misma inquietud expresada décadas después por H. G. Wells en *La isla del Dr. Moreau*, el científico que trataba de crear una raza híbrida de hombres y animales en una isla remota, y que consideraba estar trabajando al servicio de la ciencia y la humanidad. Sus engendros acaban volviéndose contra él y destruyéndolo. No es sin embargo un tema nuevo en la literatura decimonónica. La leyenda del Golem, la criatura de barro al servicio del rabino Loew en la Praga de finales del siglo XVI, es otra variación sobre el mismo tema. Los orígenes mismos de la cultura escrita atestiguan ese temor. El mito de Prometeo, en la Grecia clásica, constituye un ejemplo: Prometeo roba el fuego a los dioses pero no es lo suficientemente divino para hacer buen uso de él. También está presente en el nacimiento de la civilización judeo-cristiana a través del mito del pecado original: probar el fruto del árbol de la sabiduría hace recaer el castigo de Dios sobre Adán y Eva. Hoy día, novelas y películas como *Parque Jurásico* contribuyen a mantener vivo ese temor a las fuerzas desencadenadas por el poder del conocimiento.

En efecto, sobre el trasfondo del tradicional optimismo sobre las potencialidades de la ciencia respecto al progreso social, y la confianza ciega que la palabra “ciencia” solía evocar en políticos y ciudadanos, una actitud crecientemente crítica y cautelosa con la ciencia y la tecnología comienza a extenderse en las sociedades occidentales de los años 60. Es una actitud alimentada por catástrofes relacionadas con la tecnología, como los primeros accidentes nucleares o envenenamientos farmacéuticos masivos que tienen lugar en los años 60 y 70, así como por el desarrollo de activos movimientos sociales contraculturales críticos con el industrialismo y el estado tecnocrático en los años 60. El desarrollo del movimiento ecologista de esa década y las protestas públicas contra el uso civil y militar de la energía nuclear son elementos importantes en la formación de esa actitud y el surgimiento del moderno “síndrome de Frankenstein”. Mayo del 68 es todo un símbolo al respecto, que aún hoy mantiene su vigencia. Los más cercanos acontecimientos de Seattle (EE.UU.) a finales de 1999, con el boicoteo de la reunión de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la posterior y continuada protesta popular contra una sociedad global mercantilizada, tecnológica y deshumanizada, parecen constituir un resurgimiento de ese movimiento contracultural, a pesar de que la protesta social contra la tecnología es hoy canalizada en gran medida a través de organizaciones no gubernamentales como asociaciones ecologistas. Por su parte, las nuevas tecnologías como la biotecnología, las tecnologías médicas o las tecnologías informáticas, tienden a ocupar hoy el centro de atención pública respecto a los riesgos y peligros potenciales de los productos científico-tecnológicos.

LAS DOS CARAS DE JANO. Dos contemporáneos de finales del siglo XVI y principios del XVII, Francis Bacon y Christopher Marlowe, ejemplifican estupendamente la ironía recogida por el “síndrome de Frankenstein”. Bacon ha sido con-

siderado durante mucho tiempo como el padre de la ciencia moderna. No por sus contribuciones sustantivas al conocimiento científico sino por haber formulado las reglas del que durante largo tiempo se consideró el “método de la ciencia”. En obras como *Novum Organum*, Bacon trataba de asentar el conocimiento sobre el suelo sólido de la observación y la inferencia inductiva. De este modo, consideraba, el conocimiento nos proporcionará poder y bienestar material. El riesgo de ese poder es ironizado por su contemporáneo, Marlowe, en su obra de teatro *La historia trágica del Dr. Fausto*, magnífico retrato de un mago renacentista cortado por un patrón baconiano (como ha señalado el historiador Paolo Rossi, Bacon toma su imagen de la ciencia de las tradiciones renacentistas de la alquimia y la magia, que, como la obra del propio Bacon, tuvieron una gran influencia en los científicos naturales de su época, incluyendo a Isaac Newton). En su ambicioso intento de manejar las fuerzas que le permitan controlar el mundo, Fausto tiene que vender su alma al diablo y termina destruyéndose a sí mismo. Lo que para Bacon es el poder benefactor de la ciencia, para Marlowe es la catástrofe inevitable (Skinner, 1999: 56).

Entender los antecedentes del “síndrome de Frankenstein”, y la posterior reacción al mismo de las instituciones, es entender mejor las complejas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad en el mundo actual. Para ellos tenemos, primero, que revisar la imagen tradicional sobre la ciencia y la tecnología, y, segundo, examinar el modelo clásico de política pública en ciencia y tecnología que se fundamenta en dicha imagen.

Ampliación:

Marcuse, H. (1954), *El hombre unidimensional*, Barcelona: Ariel, 1981.

Roszak, T. (1968), *El nacimiento de una contracultura*, Barcelona: Kairós, 1970.

Schumacher, E.F. (1973), *Lo pequeño es hermoso*, Madrid: Hermann Blume, 1978.

3

La imagen tradicional de la ciencia y la tecnología

La concepción clásica de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad es una concepción esencialista y triunfalista. Todavía está presente con frecuencia en diversos ámbitos del mundo académico y los medios de divulgación. Puede resumirse en una simple ecuación, el llamado “modelo lineal de desarrollo”:

$$\begin{aligned} &+ \text{ciencia} = + \text{tecnología} = + \text{riqueza} = \\ &+ \text{bienestar social} \end{aligned}$$

Todo comienza en el método científico, entendido como una suerte de combinación de razonamiento lógico y observación cuidadosa. Mediante la aplicación del método científico, y el acatamiento de un severo código de honestidad profesional, se espera que la ciencia produzca la acumulación de conocimiento objetivo acerca del mundo. El sistema de arbitraje por pares (el trabajo científico es evaluado por los colegas científicos) se encargaría de velar por la integridad intelectual y profesional de la institución, es decir, por la correcta aplicación de ese método de trabajo y el buen funcionamiento de ese código de conducta. Es así como se garantizaría el consenso y la honestidad en ciencia, previniendo la controversia y evitando el fraude.

Ahora bien, se nos advierte en esta visión clásica, la ciencia solo puede contribuir al mayor bienestar social si se olvida de la sociedad para buscar exclusivamente la verdad. Es decir, la ciencia solo puede avanzar persiguiendo el fin que le es propio, el descubrimiento de verdades sobre la naturaleza, si se mantiene libre de la interferencia de valores sociales por beneméritos que estos sean. Análogamente, solo es posible que la tecnología pueda actuar de cadena transmisora en la mejora social si se respeta su autonomía, si se olvida de la sociedad para atender únicamente a un criterio interno de eficacia técnica. Ciencia y tecnología son presentadas así como formas autónomas de la cultura, como actividades valorativamente neutrales, como una alianza heroica de conquista de la naturaleza.

Aquellos que olvidan el bien y el mal y buscan solo conocer los hechos es más probable que alcancen el bien que aquellos que ven el mundo de alrededor a través del medio distorsionador de sus propios deseos. (Bertrand Russell, *Mysticism and Logic*, pág. 29.)

Los ingenieros no son misioneros (...) mediante el trabajo duro, responsable, dependiente y creativo terminamos prestando un servicio a la comunidad... (Samuel Florman, *The Existential Pleasures of Engineering*, pág. 183.)

El “núcleo duro” de esta concepción clásica recibe su formulación canónica en el empirismo lógico que surge en filosofía de la ciencia durante los años 20 y 30, de la manos de autores como Rudolf Carnap, en alianza con las aproximaciones funcionalistas en sociología de la ciencia que se desarrollan desde los años 40, en las que destaca Robert K. Merton.

LOS MITOS DEL SISTEMA I+D. Daniel Sarewitz (1996) identifica los que considera como mitos principales del sistema I+D, es decir, de la concepción tradicional de la ciencia y de sus relaciones con la tecnología y la sociedad. Son, en una versión adaptada, los siguientes:

1. **Mito del beneficio infinito:** más ciencia y más tecnología conducirá inexorablemente a más beneficios sociales.
2. **Mito de la investigación sin trabas:** cualquier línea razonable de investigación sobre procesos naturales fundamentales es igualmente probable que produzca un beneficio social.
3. **Mito de la rendición de cuentas:** el arbitraje entre pares, la reproducibilidad de los resultados y otros controles de la calidad de la investigación científica dan cuenta suficientemente de las responsabilidades morales e intelectuales en el sistema I+D.
4. **Mito de la autoridad:** la investigación científica proporciona una base objetiva para resolver las disputas políticas.
5. **Mito de la frontera sin fin:** el nuevo conocimiento científico generado en la frontera de la ciencia es autónomo respecto a sus consecuencias prácticas en la naturaleza y la sociedad.

Ampliación:

Feyerabend, P. (1975), *Tratado contra el método*, Madrid:

Tecnos, 1981.

López Cerezo, J.A. (2008), *El triunfo de la antisepsia: un ensayo en filosofía naturalista de la ciencia*, México DF: FCE.

Merton, R.K. (1973), *La sociología de la ciencia*, 2 vols.,

Madrid: Alianza, 1977

4

El viejo contrato social para la ciencia

La expresión política de esa visión tradicional de la ciencia y la tecnología, donde se reclama la autonomía de la ciencia-tecnología con respecto a la interferencia social o política, es algo que tiene lugar inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial. Debemos tener en cuenta que nos hallamos en una época de intenso optimismo acerca de las posibilidades de la ciencia-tecnología y de apoyo incondicional a la misma, con los primeros ordenadores electrónicos (ENIAC, 1946), los primeros trasplantes de órganos (riñón, 1950), los primeros usos de la energía nuclear para el transporte (USS Nautilus, 1954) o la invención de la píldora anticonceptiva (1955). La elaboración doctrinal de ese manifiesto de autonomía para la ciencia con respecto a la sociedad se debe originalmente a Vannevar Bush, un influyente científico norteamericano que fue director de la Office of Scientific Research and Development (Oficina para la Investigación Científica y el Desarrollo, EE.UU.) durante la Segunda Guerra Mundial, y tuvo un papel protagonista en la puesta en marcha del Proyecto Manhattan para la construcción de la primera bomba atómica.

El mismo mes de la explosión de prueba en Nuevo México (EE.UU.), en julio de 1945, V. Bush entrega al presidente norteamericano H. Truman el informe que el anterior presidente, T. Roosevelt, le encargara un año antes: *Science - The Endless Frontier* ("Ciencia: la frontera inalcanzable"). Este informe, que traza las líneas maestras de la futura política científico-tecnológica norteamericana, subraya el modelo lineal de desarrollo: el bienestar nacional depende de la financiación de la ciencia básica

y el desarrollo sin interferencias de la tecnología, así como la necesidad de mantener la autonomía de la ciencia para que el modelo funcione. El crecimiento económico y el progreso social vendrían por añadidura. El mensaje era simple y atractivo: la ciencia y la tecnología, que estaban ayudando decisivamente a ganar la guerra mundial, ayudarían también a ganar la Guerra Fría. Es innecesario decir que el informe consiguió su propósito: después de la guerra, Estados Unidos comienza a dedicar grandes recursos públicos al estímulo del desarrollo científico, siguiendo las directrices de localización de recursos que emanan de la propia institución científica. El resto de los estados industrializados occidentales, siguiendo el ejemplo de EE.UU., se implicarán activamente en la financiación de la ciencia básica en el mundo de la carrera de armamentos y de las guerras de Corea y Vietnam. Por ejemplo, en 1954 se crea oficialmente el Centre Européen de la Recherche Nucleaire (CERN) instalado en Suiza, como respuesta europea a la carrera internacional en investigación nuclear.

INFORME BUSH. "El progreso en la guerra contra la enfermedad depende del flujo de nuevo conocimiento científico. Los nuevos productos, las nuevas industrias y la creación de puestos de trabajo requieren la continua adición de conocimiento de las leyes de la naturaleza, y la aplicación de ese conocimiento a propósitos prácticos. De un modo similar, nuestra defensa contra la agresión requiere conocimiento nuevo que nos permita desarrollar armas nuevas y mejoradas. Este esencial conocimiento nuevo solo puede ser obtenido a través de la investi-

gación científica básica (...) Sin progreso científico ningún logro en otras direcciones puede asegurar nuestra salud, prosperidad y seguridad como nación en el mundo modern". (Bush, 1945/1980: 5).

Este objetivo de financiar la ciencia básica se instrumentalizaba en la propuesta de Bush de crear una agencia federal para el estímulo de la investigación científica: la National Science Foundation (Fundación Nacional para la Ciencia), creada efectivamente cinco años después, en 1950. Enfatizando la necesidad de financiación pública de investigación básica, podríamos decir, siguiendo a S. Fuller (1999: 117 ss.), que se mataban dos pájaros de un tiro: por un lado se promovía la autonomía de la institución científica frente al control político o el escrutinio público, dejando en manos de los propios científicos la localización de recursos propios del sistema de incentiviación del conocimiento, y, por otro lado, se favorecía una proyección a largo plazo de la investigación que, según la experiencia de la guerra, había demostrado ser necesaria para satisfacer las demandas militares en el ámbito de la innovación tecnológica. Por ejemplo, el uso militar de la energía atómica no hubiera sido posible sin ese horizonte a largo plazo. En el escaparate público, como muestra la cita anterior, el producto exhibido era el progreso social.

TÁNTALO. Un punto muy importante del informe de Bush, que tuvo un gran impacto en las posteriores políticas públicas sobre ciencia y tecnología, era la necesidad de comprometer a los estados en la financiación de la investigación básica (Fuller, 1999). Solo de este modo podía avanzarse hacia esa frontera sin fin, hacia la verdad como meta inalcanzable, tomando el título del escrito de Bush. Una bella metáfora de la Grecia clásica permite describir esa paradoja en la que aparentemente está sumida la ciencia: no importa cuánto redoblemos el esfuerzo, seguiremos ver alejándose la meta.

Se trata de la historia de Tántalo, hijo de Zeus en la mitología griega. Amado de los dioses del Olimpo, era incluso invitado a los banquetes de éstos. Tántalo fue sin embargo autor de varios delitos que le valieron un castigo divino ejemplar: un esfuerzo eternamente frustrado. Lo situaron en un lago con el agua hasta el cuello y con árboles llenos de fruta sobre su cabeza. Sin embargo, nada podía beber ni comer. Cada vez que intentaba beber, el agua era absorbida por la tierra; cuando intentaba tomar un fruto, el viento elevaba las ramas repentinamente. Su tortura, como en la ciencia, consistió en obtener una nueva frustración justo en el momento de la hipotética consumación. Hoy, Tántalo da nombre a un metal poco común (el tantalio) y a un ave zancuda de plumas blancas en el trópico americano.

Ampliación:

Echeverría, J. (2003), *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.

Salomon, J.-J. et al. (eds.) (1994), *Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo*, FCE/Ed. Univ. Naciones Unidas: México, 1996.

Sánchez Ron, J.M. (1992), *El poder de la ciencia*, Madrid: Alianza

5

Hacia un nuevo modelo de relación ciencia-tecnología-sociedad

Con todo, desde mediados de la década de los 50 hay indicios de que los acontecimientos no discurren de acuerdo al prometedor modelo lineal unidireccional. Cuando en octubre de 1957 las pantallas de cine y televisión del planeta recogieron el pitido intermitente del Sputnik I, un pequeño satélite del tamaño de un balón en órbita alrededor de la Tierra, el mensaje transmitido era muy claro en el mundo de la Guerra Fría: la Unión Soviética se hallaba en la vanguardia de la ciencia y la tecnología. Algo estaba fallando en el modelo lineal occidental de desarrollo científico-tecnológico.

Desde entonces, las cosas no hacen más que empeorar, acumulándose una sucesión de desastres vinculados al desarrollo científico-tecnológico: vertidos de residuos contaminantes, accidentes nucleares en reactores civiles y transportes militares, envenenamientos farmacéuticos, derramamientos de petróleo, etc. Todo esto no hace sino confirmar la necesidad de revisar la política científico-tecnológica de cheque-en-blanco y manos-libres, y, con ella, la concepción misma de la ciencia-tecnología y de su relación con la sociedad. Es un sentimiento social y político de alerta, de corrección del optimismo de la posguerra, que culmina en el simbólico año de 1968 con el cenit del movimiento contracultural y de revueltas contra la guerra de Vietnam. Los movimientos sociales y políticos antisistema hacen de la tecnología moderna y del Estado tecnocrático el blanco de su lucha (González García et al., 1996).

Las protestas [en EE.UU. durante 1968] estaban dirigidas fundamentalmente contra la guerra, pero también de un modo más general contra el crudo materialismo que se decía que nos había conquistado. La tecnología se había convertido en una palabra con sentido maligno, identificada con el armamento, la codicia y la degradación medioambiental. Las dulces canciones de los hijos de las flores se mezclaban con los airados cánticos de los militantes universitarios, creando una atmósfera en la que los ingenieros no podían evitar sentirse incómodos. Samuel Florman, *The Existential Pleasures of Engineering*, pág. xii (cursivas del autor).

Breve cronología de una decepción (González García et al., 1996)

1957

- ▷ La Unión Soviética lanza el Sputnik I, el primer satélite artificial alrededor de la tierra.
- ▷ Causó una convulsión social, política y educativa en EE.UU. y otros países occidentales.
- ▷ El reactor nuclear de Windscale, Inglaterra, sufre un grave accidente, creando una nube radiactiva que se desplaza por Europa occidental.
- ▷ Explota cerca de los Urales el depósito nuclear Kyshtym, contaminando una gran extensión circundante en la antigua URSS.

1958

- ▷ Se crea la National Aeronautics and Space Administration (NASA), como una de las consecuencias del Sputnik. Más tarde, se creará la European Space Research Organization (ESRO), precursora de la Agencia Espacial Europea (ESA), como respuesta del viejo continente.

1959

- ▷ Conferencia Rede de C.P. Snow, donde se denuncia el abismo entre las culturas humanística y científico-técnica.

1960

- ▷ Desarrollo del movimiento contracultural, donde la lucha política contra el sistema vincula su protesta con la tecnología.
- ▷ Comienza a desarrollarse el movimiento pro tecnología alternativa, en el que se reclaman tecnologías amables a la medida del ser humano y se promueve la lucha contra el Estado tecnocrático.
- ▷ La talidomida es prohibida en Europa después de causar más de 2.500 defectos de nacimiento.

1962

- ▷ Publicación de Silent Spring, por Rachel Carson. Denuncia, entre otras cosas, el impacto ambiental de plaguicidas sintéticos como el DDT. Es el disparador del movimiento ecologista.

1963

- ▷ Tratado de limitación de pruebas nucleares.
- ▷ Se hunde el submarino nuclear USS Thresher, y es seguido por el USS Scorpion (1968) y un número indeterminado de submarinos nucleares soviéticos.

1965

- ▷ Gran apagón en la ciudad de Nueva York y partes de nueve estados del noroeste de EE.UU.

1966

- ▷ Se estrella un B-52 con cuatro bombas de hidrógeno cerca de Palomares, Almería, contaminando una amplia área con radiactividad.
- ▷ Movimiento de oposición a la propuesta de crear un banco de datos nacional en EE.UU., por parte de profesionales de la informática sobre la base de motivos éticos y políticos.

1967

- ▷ El petrolero Torrey Canyon sufre un accidente y vierte una gran cantidad de petróleo en las playas del sur de Inglaterra. La contaminación por petróleo se convierte desde entonces en algo común en todo el mundo.

1968

- ▷ El Papa Pablo VI hace público el rechazo a la contracepción artificial mediante la encíclica Humanae vitae.
- ▷ Graves revueltas en EE.UU. contra la guerra de Vietnam, que se hacen extensivas al industrialismo y la tecnología moderna.
- ▷ Mayo del 68 en Europa y EE.UU.: protesta generalizada contra el establishment.

No es sorprendente que el modelo político de gestión acabe transformándose para dar entrada a la regulación pública y la rendición de cuentas: finales de los 60 señalan el momento de revisión y corrección del modelo unidireccional como base para el diseño de la política científico-tecnológica. La vieja política de *laissez-faire*, que dejaba la regulación de la ciencia y la innovación tecnológica como un asunto de control corporativo interno, comienza a transformarse en una nueva política más intervencionista donde los poderes públicos desarrollan y aplican una serie de instrumentos técnicos, administrativos y legislativos para el encauzamiento del desarrollo científico-tecnológico y la supervisión de sus efectos sobre la naturaleza y la sociedad. El estímulo de la participación pública será desde entonces una constante en las iniciativas institucionales relacionadas con el estímulo y especialmente la regulación de la ciencia y la tecnología.

De aquí surgen, a finales de los 60 y principios de los 70, instrumentos como la evaluación de tecnologías y de impacto ambiental, e instituciones evaluadoras y reguladoras adscritas a distintos poderes en diferentes países. Este período es por ejemplo el de la creación de la Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental, en 1969), la Office of Technology Assessment (Oficina de Evaluación de Tecnologías, en 1972) o la Nuclear Regulatory Commission (Comisión de Regulación Nuclear, en 1975), todas en EE.UU., unas iniciativas pioneras del nuevo modelo político de gestión. Otros muchos países industrializados, como en el caso anterior, seguirán el ejemplo de EE.UU. años después. La convulsión sociopolítica, como era de esperar, se ve también reflejada en el ámbito del estudio académico y de la educación.

Ampliación:

Braun, E. (1984), *Tecnología rebelde*, Madrid: Tecnos/Fundesco, 1986.

González García, M., J.A. López Cerezo y J.L. Luján (1996), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid: Tecnos. Sanz

Menéndez, L. (1997), *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*, Madrid: Alianza.

6

Los estudios CTS

La anterior reacción, que refleja el “síndrome de Frankenstein” en la esfera de las actitudes públicas, es algo que no se agota en el ámbito social y político. Originarios de finales de los años 60 y principios de los 70, los estudios CTS, o estudios sociales de la ciencia y la tecnología, reflejan en el ámbito académico y educativo esa nueva percepción de la ciencia y la tecnología y de sus relaciones con la sociedad.

Los estudios CTS definen hoy un campo de trabajo reciente y heterogéneo, aunque bien consolidado, de carácter crítico respecto a la tradicional imagen esencialista de la ciencia y la tecnología, y de carácter interdisciplinar por concurrir en él disciplinas como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico. Se trata aquí, en general, de comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales como de sus consecuencias sociales y ambientales, es decir, tanto por lo que atañe a los factores de naturaleza social, política o económica que modulan el cambio científico-tecnológico, como por lo que concierne a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio.

El aspecto más innovador de este nuevo enfoque se encuentra en la caracterización social de los factores responsables del cambio científico. Se propone, en general, entender la ciencia-tecnología, no como un proceso o actividad autónoma que sigue una lógica interna de desarrollo en su funcionamiento óptimo (resultante de la aplicación de un método cognitivo y un código de conducta), sino como un proceso o producto inherentemente social donde los elementos no epistémicos o

técnicos (por ejemplo valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de las ideas científicas y los artefactos tecnológicos. En otras palabras, el cambio científico-tecnológico no es visto como resultado de algo tan simple como una fuerza endógena, un procedimiento universal que garantice la objetividad de la ciencia y su acercamiento a la verdad, sino que constituye una compleja actividad humana, obviamente con un tremendo poder explicativo e instrumental, pero que tiene lugar en contextos culturales dados que deben ser atendidos para una correcta comprensión del fenómeno. En este sentido, el desarrollo científico-tecnológico no se entiende como una simple respuesta a cómo sea el mundo externo (caso de la ciencia) y el mundo de las necesidades sociales (caso de la tecnología), pues esos mundos son en buena parte interpretados o creados mediante ese mismo desarrollo.

AQUILES Y LA TORTUGA. Hay un delicioso fragmento de Lewis Carroll, autor de Alicia en el país de las maravillas, que suele citarse como ejemplo de que las reglas que utilizamos para representar y estructurar la realidad mediante la ciencia son reglas que, en última instancia, dependen de convenciones humanas. Se trata de una conversación ficticia entre Aquiles y la Tortuga acerca de la supuesta compulsividad de las leyes de la lógica. Veremos aquí la versión de S. Woolgar (1988: 68-69, cursivas del autor) (la versión original más extensa de Carroll puede encontrarse en 1887/1972:153 ss.):

Aquiles y la tortuga discuten sobre tres proposiciones —A, B y Z— relacionadas entre sí de

forma tal que, según Aquiles, Z 'se sigue lógicamente' de A y B. La tortuga está de acuerdo en aceptar que A y B son proposiciones verdaderas pero desea saber qué podría inducirle a aceptar Z, pues no acepta la proposición hipotética C que reza: 'Si A y B son verdaderas, entonces Z debe ser verdad'. Aquiles comienza entonces por pedirle a la tortuga que acepte C, lo que ésta hace. Entonces Aquiles le dice a la tortuga: 'Si aceptas A, B, y C debes aceptar Z'. Cuando la tortuga le pregunta por qué debe hacerlo, Aquiles le dice: 'Porque se sigue lógicamente de ellas. Si A, B y C son verdaderas, Z debe ser verdad. Supongo que no me discutirás esto, ¿verdad?'. La tortuga decide aceptar esta última proposición y llamarla D.

—Ahora que aceptas A, B, C y D aceptarás, por supuesto, Z.

—¿Ah, sí? —le dijo inocentemente la Tortuga—. Aclaremos esto. Yo acepto A, B, C y D. Supongamos que aún me resisto a aceptar Z.

—Entonces la lógica echará mano a tu garganta y te obligará a hacerlo —contestó Aquiles triunfalmente—. La lógica te diría: 'No tienes nada que hacer. Una vez has aceptado A, B, C y D debes aceptar Z'. Ya ves, no tienes más remedio que hacerlo.

—Vale la pena anotar todo lo que la lógica puede decirme —dijo la tortuga — Así pues, anótalo en tu libro. Lo llamaremos E (Si A, B, C y D son verdaderos, Z debe serlo). Evidentemente, hasta que no haya aceptado eso no podré aceptar Z. Por lo tanto es un paso bastante necesario, ¿no te parece?

—Sí —dijo Aquiles— y había un toque de tristeza en su voz.

Los estudios y programas CTS se han desarrollado desde sus inicios en tres grandes direcciones:

- ▷ En el campo de la investigación, los estudios CTS se han planteado como una alternativa a la reflexión tradicional en filosofía y sociología de la ciencia, promoviendo una nueva visión no esencialista y contextualizada de la actividad científica.
- ▷ En el campo de la política pública, los estudios CTS han defendido la regulación social de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de diversos mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a políticas científico-tecnológicas.
- ▷ En el campo de la educación, esta nueva imagen de la ciencia y la tecnología en sociedad ha cristalizado en la aparición en muchos países de programas y materias CTS en enseñanza secundaria y universitaria.

Veamos ahora algunos de los principales resultados obtenidos en cada uno de esos ámbitos de trabajo, especialmente en investigación y política pública.

SILOGISMO CTS. La conexión entre ámbitos tan dispares, así como la complementariedad de los distintos enfoques y tradiciones CTS, puede mostrarse mediante el llamado "silogismo CTS":

Premisas:

- ▷ El desarrollo científico-tecnológico es un proceso conformado por factores culturales, políticos y económicos, además de epistémicos. Se trata de valores e intereses que hacen de la ciencia y la tecnología un proceso social.
- ▷ El cambio científico-tecnológico es un factor determinante principal que contribuye a modelar nuestras formas de vida y ordenamiento institucional. Constituye un asunto público de primera magnitud.
- ▷ Compartimos un compromiso democrático básico.

Conclusión:

Por tanto, deberíamos promover la evaluación y control social del desarrollo científico-tecnológico, lo cual significa construir las bases educativas para una participación social formada, así como crear los mecanismos institucionales para hacer posible tal participación.

Mientras la primera premisa resume los resultados de la investigación académica en la tradición CTS, de origen europeo, centrada en el estudio de los antecedentes sociales del cambio en ciencia-tecnología (véase más abajo); la segunda premisa recoge los resultados de otra tradición más activista, con origen en EE.UU., centrada más bien en las consecuencias sociales y ambientales del cambio científico-tecnológico y los problemas éticos y regulativos suscitados por tales consecuencias (véase más abajo). La naturaleza valorativa de la tercera premisa justifica el “deberíamos” de la conclusión (González García et al., 1996).

Ampliación:

Ibarra, A. y J.A. López Cerezo (eds.) (2001), *CTS: desafíos y tensiones actuales*,

Madrid: Biblioteca Nueva.

Medina, M. y J. Sanmartín (eds.) (1990), *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona: Anthropos.

González García, M., J.A. López Cerezo y J.L. Luján (eds.) (1997), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: lecturas seleccionadas*, Barcelona: Ariel.

7 La ciencia y la tecnología como fenómenos sociales

Veamos ahora algunos de los enfoques más destacados, así como los orígenes y principales resultados, en la investigación académica sobre la relevancia de los factores sociales en el cambio en ciencia y tecnología. Es una forma de entender la “contextualización social” del estudio de la ciencia, la llamada tradición de origen europeo en los estudios CTS (González García et al., 1996).

El punto de arranque de esta tradición de investigación se sitúa en la Universidad de Edimburgo en los años 70. Es aquí donde autores como Barry Barnes, David Bloor o Steve Shapin constituyen un grupo de investigación (la “Escuela de Edimburgo”) para elaborar una sociología del conocimiento científico. Frente a los enfoques tradicionales en filosofía y sociología de la ciencia, se trataba de no contemplar la ciencia como un tipo privilegiado de conocimiento fuera del alcance del análisis empírico. Por el contrario, la ciencia es presentada como un proceso social, y una gran variedad de factores no epistémicos (políticos, económicos, ideológicos, etc., el “contexto social”, en breve) son enfatizados en la explicación del origen, cambio y legitimación de las teorías científicas.

La declaración programática de esa “sociología del conocimiento científico” tuvo lugar mediante el llamado “programa fuerte” que enuncia David Bloor en (1976/1992). Este programa pretende establecer los principios de una explicación satisfactoria (es decir, sociológica) de la naturaleza y cambio del conocimiento científico. En este sentido, no es un programa complementario con respecto a enfoques filosóficos tradicionales (por ejemplo el empirismo lógico o enfoques popperianos),

sino que constituye un marco explicativo rival e incompatible.

PROGRAMA FUERTE. Los principios del programa fuerte, de acuerdo con D. Bloor (1976/1992), son los siguientes:

1. **Causalidad:** una explicación satisfactoria de un episodio científico ha de ser causal, esto es, ha de centrarse en las condiciones efectivas que producen creencia o estados de conocimiento.
2. **Imparcialidad:** ha de ser imparcial respecto de la verdad y la falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Ambos lados de estas dicotomías requieren explicación.
3. **Simetría:** ha de ser simétrica en su estilo de explicación. Los mismos tipos de causa han de explicar, digamos, las creencias falsas y las verdaderas.
4. **Reflexividad:** sus pautas explicativas han de poder aplicarse a la sociología misma.

Bloor presenta originalmente su programa como una ciencia de la ciencia, como un estudio empírico de la ciencia. Solo desde la ciencia, y particularmente desde la sociología, es posible según este programa explicar adecuadamente las peculiaridades del mundo científico. De hecho, el éxito del programa fuerte significa una clara amenaza para la reflexión epistemológica tradicional (véanse, e.g., las airadas reacciones de filósofos como Bunge, 1993; y, en general, las llamadas “guerras de la ciencia” en Junker y Fuller, 1998). En este sentido, es paradójico que la “cientifización” del estudio de la ciencia produzca el fin de esta como modelo paradigmático de racionalidad.

Los esfuerzos de los sociólogos del conocimiento científico se encaminaron entonces (desde la segunda mitad de los años 70) a poner en práctica el programa fuerte, aplicándolo a la reconstrucción sociológica de numerosos episodios de la historia de la ciencia: el desarrollo de la estadística, la inteligencia artificial, la controversia Hobbes- Boyle, la investigación de los quarks, etc.

El programa teórico en sociología del conocimiento científico enunciado por Bloor fue posteriormente desarrollado por un programa más concreto que postula Harry Collins en la Universidad de Bath a principios de los años 80: el EPOR (Empirical Programme of Relativism - Programa Empírico del Relativismo), centrado en el estudio empírico de controversias científicas. La controversia en ciencia refleja la flexibilidad interpretativa de la realidad y los problemas abordados por el conocimiento científico, desvelando la importancia de los procesos de interacción social en la constitución misma de esa realidad o la solución de esos problemas.

PROGRAMA EMPÍRICO DEL RELATIVISMO. El EPOR tiene lugar en tres etapas:

- 1. En la primera** se muestra la flexibilidad interpretativa de los resultados experimentales, es decir, cómo los descubrimientos científicos son susceptibles de más de una interpretación.
- 2. En la segunda etapa,** se desvelan los mecanismos sociales, retóricos, institucionales, etc. que limitan la flexibilidad interpretativa y favorecen el cierre de las controversias científicas al promover el consenso acerca de lo que es la "verdad" en cada caso particular.
- 3. Por último,** en la tercera, tales "mecanismos de cierre" de las controversias científicas se relacionan con el medio sociocultural y político más amplio.

El EPOR constituye la mejor representación del enfoque en el estudio de la ciencia denominado "constructivismo social". Algunos ejemplos de esta orientación, como los casos de la detección de ondas gravitacionales y la fusión fría, podemos encontrarlos en Collins y Pinch (1993).

LA REGRESION DEL EXPERIMENTADOR. El argumento de la regresión del experimentador se debe a Harry Collins (Collins, 1985/1992). Es un argumento en contra de la conclusividad de la replicación de resultados en la clausura habitual de controversias científicas, que está originalmente basado en un estudio histórico de la disputa científica acerca de la existencia o no de ondas gravitacionales. De acuerdo con este argumento, para evaluar el buen funcionamiento de un instrumento conflictivo (es decir, de gran número de innovaciones instrumentales en la vanguardia de la ciencia) debemos contar con una hipótesis acerca de la existencia o inexistencia del fenómeno que trata de ser detectado (o de la intensidad de la magnitud que trata de ser medida); ahora bien, para poner a prueba tal hipótesis debemos producir datos experimentales mediante la aplicación del instrumento en cuestión. En un ejemplo de Collins, para averiguar si funciona correctamente nuestro detector de ondas gravitacionales debemos saber previamente si tales ondas existen, si son detectables y el proceso causal por el que supuestamente son detectables; pero decidir la existencia o inexistencia de tales ondas requiere la previa aplicación con éxito del detector. Acabamos pues en una situación de indeterminación que hace necesario el uso, por parte de los científicos en conflicto, de recursos como la persuasión. Se trata por tanto de un argumento a favor de la relevancia explicativa de los factores sociales al dar cuenta de la clausura de controversias científicas.

Una nueva extensión del EPOR, y en última instancia del programa fuerte, es el programa SCOT (Social Construction of Technology - Construcción Social de la Tecnología) desarrollado desde mediados de los 80 por Wiebe Bijker y colaboradores. En el SCOT se trata de estudiar empíricamente los artefactos y sistemas tecnológicos del mismo modo que el EPOR trata de abordar los productos científicos, es decir, mostrando su flexibilidad interpretativa y analizando los mecanismos sociales mediante los que, en determinado contexto histórico y cultural, se cierra tal flexibilidad y se consolidan las formas concretas de tecnología. Las tecnologías dejan de ser concebidas como procesos autónomos y lineales que solo respondan a una lógica interna de incremento de eficiencia, y pasan a considerarse procesos multidireccionales de variación y selección dependientes de una diversidad de agentes sociales. Ejemplos clásicos los encontramos en el estudio del origen de la bicicleta y la baquelita (Bijker, 1995).

LA CONSTRUCCION SOCIAL DE LA BICICLETA. Un ejemplo de aplicación con éxito del EPOR se debe a Wiebe Bijker y Trevor Pinch: su estudio sociológico del desarrollo de la bicicleta —en Bijker et al. (1987), actualizado por Bijker en (1995)—. Este sencillo artefacto ejemplifica la naturaleza social del cambio tecnológico, un cambio donde la eficacia y el éxito no están definidos de antemano sino que son el resultado de procesos de interacción social. El sentido común, profundamente influido por la concepción tradicional de la tecnología, nos dice que la historia de la bicicleta es una historia lineal de mejora continua, desde las clásicas bicicletas decimonónicas con una exagerada rueda delantera, sin cámara de aire y tracción delantera directa hasta las versiones rudimentarias de la bicicleta actual, con ruedas iguales, cámara de aire y tracción trasera a través de cadena.

Es decir, se trata de una historia lineal de mejora acumulativa, aunque cuente con algunos diseños alternativos que acabaron en fracaso. A pesar de esos callejones sin salida, nos dice la visión clásica, los protagonistas de esa historia consiguieron discernir con claridad las mejoras en diseño y construcción. Para ello se limitaron a aplicar el criterio de eficacia técnica, eficacia en satisfacer la demanda social de un medio de transporte sencillo, económico y seguro.

Sin embargo, como ejemplifican Bijker y Pinch (Bijker et al., 1987), esta historia es una ficción, una reconstrucción retrospectiva: ante un diseño exitoso que se consolida tras un proceso de negociación social, se reescribe lo ocurrido como evolución necesaria, encerrando la historia real en una caja negra. Que sea un diseño más eficaz, que sea una auténtica necesidad social o en que consista una buena bicicleta no eran, al principio de la historia, algo dado: eran, por contra, precisamente, algunas de las cosas que se ventilaban en ese proceso de negociación social, un proceso que tiene lugar en el último cuarto del siglo XIX y que implica a una serie de grupos sociales que tratan de hacer valer su propia visión del problema. Entre estos grupos encontramos algunos nítidamente definidos, como los ingenieros y fabricantes de bicicletas, y otros más difusos, como los deportistas de la bicicleta, los anticiclistas o las mujeres. Lo importante es que cada grupo representa una particular versión de que sea una buena bicicleta, en función de sus intereses y de sus necesidades. La bicicleta actual no es más que el resultado contingente de ese proceso de negociación social entre dichos actores o grupos sociales.

Por ejemplo, un elemento técnico tan sencillo como la cámara de aire no constituía claramente una mejora para todos los actores involucrados. Para las mujeres sí era una mejora, pues implicaba una disminución de

las vibraciones. Como obviamente lo era para Dunlop y otros fabricantes de cámaras. No era tal mejora, sin embargo, para los deportistas pues, además de no reconocer la vibración como problema en absoluto, en un principio consideraban más rápidas las llantas sólidas (más tarde cambiaron de opinión, con la introducción en las competiciones de bicicletas con cámara). Y de ningún modo era una buena innovación para los ingenieros, que consideraban la cámara como una monstruosidad, un añadido engorroso que podía ser sustituido por innovaciones más simples y apropiadas. Como está claro, cada grupo adscribía un significado diferente a la cámara, entendía de un modo distinto la palabra “eficacia” o “buena bicicleta”. Otro tanto podríamos decir de las ruedas asimétricas, del tamaño relativo de la rueda delantera, del sistema de frenado, de la localización y diseño del sillín, del sistema de tracción, etc.

De este modo, el desarrollo tecnológico, en esta concepción, no es un proceso lineal de acumulación de mejoras, sino un proceso multidireccional y cuasievolutivo de variación y selección (“cuasievolutivo” porque, a diferencia de la evolución biológica, la producción de variación no es ciega). Los problemas técnicos no constituyen hechos sólidos como rocas, sino que admiten cierta flexibilidad interpretativa. En un determinado contexto histórico y cultural, distintos actores sociales con diferentes intereses y valores verán un problema de formas alternativas, proponiendo distintas soluciones sobre la base de esos intereses y valores. A continuación, los actores, como en cualquier proceso de negociación política, desplegarán sus mejores armas en el ejercicio de la persuasión y del poder, intentando alinear a los competidores con sus propios intereses y, de este modo, clausurar la flexibilidad interpretativa del problema original (son los llamados “mecanismos de clausura”). Como resultado de la interacción entre los distintos actores se producirá la clausura

y selección final de un determinado diseño. El siguiente paso en la modificación temporal de este diseño reproducirá un nuevo ciclo en dicho esquema de variación y selección. El éxito, en conclusión, no explica por qué tenemos la tecnología que tenemos, puesto que hay distintas formas de entender el éxito y, por tanto, debemos hablar de poder y negociación a la hora de explicar qué tecnología vamos a desarrollar y qué problemas tratamos de resolver mediante la misma.

Otras extensiones posteriores del programa fuerte son los estudios de laboratorio desarrollados por autores como Bruno Latour o Karin Knorr-Cetina, los estudios de la reflexividad (con autores como Steve Woolgar o Malcolm Ashmore) o la teoría de la red de actores (con autores como Michel Callon o, de nuevo, B. Latour). Por ejemplo, en el primer enfoque se requiere que el estudioso de la ciencia se convierta en un antropólogo y que entre al laboratorio como entraría a una tribu primitiva totalmente alejada de su propia realidad social, e incluso física.

DENTRO DEL LABORATORIO. El laboratorio, según algunos autores, constituye el lugar ideal para esta renovación de los estudios sobre ciencia porque en él tenemos una visión directa y de primera mano acerca de cómo es que se elabora la ciencia real. En el laboratorio es donde se produce el conocimiento mediante la interconexión de prácticas, equipamiento material y diversas técnicas de persuasión; en él se construyen el mundo natural y el mundo social. Dentro de este enfoque hay un libro clásico: *La vida en el laboratorio*, que es el resultado de la observación llevada a cabo por Bruno Latour de la vida y actividades diarias de los científicos de un laboratorio de neuroendocrinología, es decir, una “caja negra” cuyo input son toneladas de cerebro de cerdo (además de electricidad, lápices o sándwiches) y el output lo constituyen artículos especializados por los que se reciben recompensas. En su trabajo,

los científicos codifican, registran, leen, escriben, discuten, deciden, corrigen, manipulan... En su presentación al exterior, simplemente descubren la realidad. Vista desde cerca y sin prejuicios, para estos autores, la ciencia no se diferencia mucho de la política o la literatura (Latour y Woolgar, 1979/1986).

En resumen, como podemos ver, en este ámbito académico existe una diversidad de enfoques que, aun coincidiendo en resaltar los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, presentan algunas diferencias en lo que respecta a su alejamiento de la visión más tradicional de la ciencia y la tecnología. En general, y con la excepción de algunos radicalismos, muchos autores actuales en los estudios CTS aceptan la concurrencia de una diversidad de factores, epistémicos y no epistémicos, en los procesos de génesis y consolidación de afirmaciones de conocimiento científico y artefactos tecnológicos.

Aunque, es necesario también hacer notar que en ningún caso se trata de descalificar la ciencia o la tecnología, sino más bien de desmitificar en el sentido de normalizar una imagen distorsionada de la ciencia-tecnología que había pasado a causar más inconvenientes que ventajas. En particular, el propósito de la Escuela de Edimburgo de los años 70 no era realizar una crítica radical de la ciencia, sino más bien el de hacer una ciencia de la ciencia, es decir, hacer del conocimiento científico también objeto de estudio de las ciencias sociales (Fuller, 1995).

Ampliación:

Bloor, D. (1976/1992), *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona: Gedisa, 1998. Latour, B. (1987), *Ciencia en acción*, Barcelona: Labor, 1992.
Woolgar, S. (1988), *Ciencia: abriendo la caja negra*, Barcelona: Anthropos, 1991

8

Políticas públicas y activismo social

Otro ámbito importante de reflexión y activismo CTS ha sido el de las políticas públicas relacionadas con el cambio científico-tecnológico. Es otra forma de entender la “contextualización social” del estudio de la ciencia, la llamada tradición de origen norteamericano en los estudios CTS (González García et al., 1996), una tradición más centrada en el estudio de las consecuencias sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología. Revisemos brevemente los principales resultados alcanzados en este campo.

Autores como D. Nelkin, L. Winner, K. Shrader-Frechette, D. Collingridge o S. Carpenter son el origen de diversas elaboraciones teóricas y propuestas prácticas, en algunos casos ensayadas institucionalmente, para profundizar democráticamente en la regulación social del cambio científico-tecnológico. Es la respuesta lógica a una creciente sensibilización y activismo social sobre los problemas relacionados con políticas de innovación tecnológica e intervención ambiental, unos problemas que, como antes ha sido comentado, ocupan desde hace unas décadas un lugar destacado en los medios de comunicación, la opinión pública y las agendas políticas. No es por tanto una sorpresa que la participación pública en estas políticas sea percibida hoy día, no solo por autores CTS, sino también por numerosos gobiernos o por muchos ciudadanos, como un importante reto para las sociedades democráticas. La Cumbre de Budapest es un testimonio de esa inquietud.

LOS PORQUÉS DE LA PARTICIPACIÓN. Siguiendo a Daniel Fiorino (1990), de la Environmental Protection Agency norteamericana, podemos resumir los motivos para la participación pública en tres argumentos:

- ▷ La participación es la mejor garantía para evitar la resistencia social y la desconfianza hacia las instituciones (argumento instrumental).
- ▷ La tecnocracia es incompatible con los valores democráticos
- ▷ (argumento normativo).
- ▷ Los juicios de los no expertos son tan razonables como los de los expertos (argumento substantivo).

El núcleo de la cuestión, con todo, no es tanto imponer límites a priori al desarrollo de la ciencia y la tecnología, establecer alguna clase de control político o social de lo que hacen científicos e ingenieros, sino renegociar las relaciones entre ciencia y sociedad: establecer quién debería decidir objetivos políticos en ciencia y tecnología y quién debería supervisar su cumplimiento. Los lemas de esta renegociación son bien conocidos: “participación popular”, “ciencia para el pueblo”, “tecnología en democracia”, etc. La tradicional rendición de cuentas cada cuatro o cinco años por parte de gobiernos y parlamentos en sociedades democráticas ha demostrado ser, desde este punto de vista, una forma indirecta de control social demasiado endeble ante un cambio científico-tecnológico cada vez más vertiginoso y que plantea problemas más y más apremiantes.

Con todo, como por ejemplo señala Dorothy Nelkin (1984), la identificación de actores sociales y la coordinación de sus intereses en la participación pública es una tarea que está lejos de ser sencilla debido a la disparidad de puntos de vista, grado de información, concienciación y poder de cada uno.

LOS PÚBLICOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. El problema general de quién debe o puede participar en controversias relacionadas con la tecnología o el medioambiente suele ser una cuestión de la mayor importancia política. Por ejemplo, en la polémica española acerca de la ampliación del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga hasta el Parque Nacional de los Picos de Europa, una de las cuestiones más debatidas era la determinación del colectivo o colectivos cuya opinión debía ser considerada y, en su caso, priorizada. ¿Qué opinión es la importante? ¿Solo la de los habitantes locales directamente afectados, que quieren continuar con su tradicional aprovechamiento de la tierra y seguir con las batidas de lobos? ¿También la de sus representantes en las administraciones local, autonómica y nacional de las tres comunidades autónomas afectadas (Asturias, Cantabria, Castilla-León), aunque no terminen de ponerse de acuerdo? ¿Deberían acaso participar los asturianos, cántabros y castellano-leoneses en su conjunto, aunque vivan en ciudades alejadas del Parque?

¿O quizá también el ciudadano concienciado de Madrid, que visita la zona en Semana Santa y desearía la máxima protección? ¿Acaso es competencia de Bruselas? No son preguntas fáciles de responder.

¿Quién puede o debe participar, por tanto, en la regulación pública del cambio científico-tecnológico? Respecto, por ejemplo, a tipos de ciudadano, hemos de tener en cuenta una diversidad de segmentos sociales: personas directamente afectadas por la innovación tecnológica o la intervención ambiental que no pueden evitar el riesgo o el impacto directo (como los vecinos de una instalación nuclear); así como público involucrado, es decir, aquellos que pueden verse potencialmente afectados de un modo directo (por ejemplo los pacientes de sistemas de salud). Pero también debe considerarse un público más vagamente definido, aunque no menos real, como los consumidores de los productos de la ciencia-tecnología y el público interesado por sus principios morales o ideológicos. Sin olvidar la comunidad científica e ingenieril, crecientemente sensibilizada al respecto desde los años 60.

Sobre la base del reconocimiento de esa diversidad de segmentos sociales, en cuanto a tipos de ciudadano y también de grupo social, la literatura sobre participación pública señala habitualmente un conjunto de criterios para evaluar el carácter democrático de iniciativas de gestión pública en política científico-tecnológica (véanse, e.g., Fiorino, 1980; Laird, 1993; Renn, 2008):

- ▷ **Carácter representativo:** debe producirse una amplia participación en el proceso de toma de decisiones. En principio, cuanto mayor sea el número y diversidad de individuos o grupos involucrados, más democrático puede considerarse el mecanismo participativo en cuestión.

- ▷ **Carácter igualitario:** debe permitir la participación ciudadana en pie de igualdad con los expertos y las autoridades gubernamentales. Ello implica, entre otras cosas, transmisión de toda la información, disponibilidad de medios, no intimidación, igualdad de trato y transparencia en el proceso.
- ▷ **Carácter efectivo:** debe traducirse en un influjo real sobre las decisiones adoptadas. Para ello es necesario que se produzca una delegación de la autoridad o un acceso efectivo a aquellos que la detentan.
- ▷ **Carácter activo:** debe permitir al público participante involucrarse activamente en la definición de los problemas y el debate de sus parámetros principales, y no solo considerar reactivamente su opinión en el terreno de las soluciones. Se trata de fomentar una participación integral en la que no haya puertas cerradas de antemano.

LOS MODOS DE LA PARTICIPACIÓN. Revisemos ahora, sobre la base de las condiciones anteriores, algunas de las principales opciones de participación pública que han sido ensayadas en diversos países, especialmente en Estados Unidos, Australia, Reino Unido, Suecia y los Países Bajos, posiblemente los más dinámicos de nuestro entorno cultural (López Cerezo et al., 1998).

En primer lugar, en el ámbito administrativo, destacan:

- ▷ **Las audiencias públicas.** Son habitualmente foros abiertos y poco estructurados donde, a partir de un programa previamente determinado por los representantes de la administración, se invita al público a escuchar las propuestas gubernamentales y comentarlas.
- ▷ **La gestión negociada.** Se desarrolla por parte de un comité negociador compuesto por representantes de la administración y grupos de interés implicados, por ejemplo la industria, asociaciones profesionales y organizaciones ecologistas. Los participantes tienen acceso a la información relevan-

te, así como la oportunidad de persuadir a otros y alinearlos con su posición. Los representantes gubernamentales se comprometen (en la medida que estén autorizados) a asumir públicamente como propio el posible consenso alcanzado.

- ▷ **Los paneles de ciudadanos.** Este tipo de mecanismo está basado en el modelo del jurado, aunque aplicado a temas científico-tecnológicos y ambientales. Bajo este epígrafe pueden agruparse tanto modelos con carácter decisorio como meramente consultivo. La idea que los inspira es que ciudadanos corrientes (elegidos por sorteo o por muestreo aleatorio) se reúnan a considerar un asunto en el que no son expertos. Tras haber recibido información de peritos y autoridades, los ciudadanos han de discutir alternativas y emitir recomendaciones a los organismos oficiales. Estos paneles, al contrario que las audiencias públicas, permiten una búsqueda activa de evidencia, interrogar a expertos y una exploración más profunda de los problemas abordados.
- ▷ **Las encuestas de opinión** sobre diversos asuntos relacionados con la innovación tecnológica o la intervención ambiental. Su propósito es proporcionar un testimonio de la percepción pública sobre un asunto determinado, de modo que pueda ser tenida en cuenta por el poder Legislativo o el Ejecutivo.

En segundo lugar, en el ámbito legislativo y judicial, más familiares para nosotros son:

- ▷ **El referéndum y la litigación,** que se han convertido en muchos países occidentales en el principal procedimiento que tienen los ciudadanos para restringir y dirigir el cambio tecnológico (véase Nelkin, 1984).

Y, por último, dentro de los países con una economía de mercado encontramos:

- ▷ **El consumo diferencial de productos científico-tecnológicos,** sean frigoríficos, alimentos o prendas de vestir, en aquellos

países cuyas legislaciones nacionales sobre etiquetado permitan ejercer esta forma de control social (véase Todt y Luján, 1997).

Todos los procedimientos administrativos y legislativos, en particular, presentan puntos débiles y puntos fuertes, dependiendo del criterio de participación democrática considerado. En casos prácticos parece conveniente adecuar el mecanismo de participación a las características concretas que se presenten en cada situación. Por ejemplo, ante problemas fuertemente ideologizados no suele recomendarse un procedimiento de participación que involucre la interacción cara-a-cara, puesto que tiende a radicalizar las posturas; mientras que ante decisiones concernientes a localización de recursos tal forma de interacción es viable y positiva (Syme y Eaton, 1989).

Debe destacarse, con Krimsky (1984), la importancia de que la participación tenga un carácter activo. Una participación reactiva identifica esta con percepción pública o bien con mera opinión pública, entendidas como interferencia externa que es necesario incorporar a la gestión (con lo cual serían suficientes mecanismos de sondeo o, a lo sumo, consultivos). Entender de este modo la participación pública es crear riesgos de manipulación e inestabilidad, así como omitir una aportación potencialmente valiosa (la del conocimiento popular local y los actores sociales implicados) en la resolución de problemas relacionados con la innovación tecnológica y la intervención ambiental. En este sentido, el mensaje CTS es claro: la complejidad de los problemas abordados actualmente por la ciencia y la tecnología, y la presencia de valores e intereses "externos" en el conocimiento especializado, hacen de la pluralidad de perspectivas y la participación social un bien valioso tanto desde un punto de vista político como desde el estrictamente práctico.

EL CASO DEL AGENTE NARANJA. Es interesante ver un sencillo ejemplo, debido a Brian Wynne (1989), del modo en que los afectados pueden proporcionar un conocimiento útil y relevante en la gestión pública de base científica. Constituye también un ejemplo para el tercer argumento de Fiorino expuesto más arriba. Cuando los agricultores británicos comenzaron a protestar a finales de los años 60 por los efectos de diversos herbicidas sobre la salud, especialmente el 2, 4, 5 - T, o agente naranja (usado también por entonces como defoliante en la guerra de Vietnam), el gobierno de ese país pidió una investigación a un comisión de expertos (el Pesticides Advisory Committee - Comité de Asesoramiento sobre Pesticidas), compuesta fundamentalmente por toxicólogos. En su trabajo durante los años 70, la comisión se centró en la literatura sobre toxicología de los agentes químicos en cuestión. La conclusión inequívoca fue que no había riesgo alguno para la salud humana. La respuesta de los agricultores, constituidos en grupo de interés (el National Union of Agricultural and Allied Workers - Sindicato Nacional de Trabajadores del Campo), fue enviar al gobierno un informe aún más grueso con casos de daño médico; un informe que la comisión de expertos se limitó a desestimar como algo anecdótico, como opinión acientífica y no sistemática. Los agricultores, sin embargo, continuaron con la presión pública y, nuevamente, la comisión gubernamental afirmó que los herbicidas no causaban daño. Pero esta vez los expertos se vieron obligados a introducir un pequeño aunque importantísimo matiz: los herbicidas no causaban daño de acuerdo con la literatura científica, es decir, siempre que fuesen utilizados de un modo correcto. Sobre su modo real de utilización, los agricultores, que no habían sido escuchados, eran los verdaderos expertos. Sabían que las condiciones correctas de utilización eran pura fantasía científica. Las

instrucciones de uso se ignoraban o perdían con frecuencia, el equipo correcto de aspersión era muchas veces inasequible, el traje protector era inadecuado, y las condiciones atmosféricas eran habitualmente ignoradas bajo la presión de terminar el trabajo.

Por último, dos cautelas que es necesario expresar. En primer lugar, las posibilidades de participación comentadas constituyen iniciativas que no pueden copiarse sin más de otros países donde están siendo ensayadas con éxito. Las tradiciones, los derechos y las prácticas nacionales introducen siempre unas peculiaridades que necesitan ser tenidas en cuenta. En segundo lugar, se trata de iniciativas que, además de medidas administrativas o legislativas, reclaman también un importante esfuerzo en el ámbito formativo con el fin de articular una opinión pública crítica, informada y responsa-

ble. El objetivo es optimizar esos mecanismos de participación, es decir, que el público pueda manifestar su opinión, ejerza su derecho al voto o pueda simplemente comprar sabiendo lo que hace en función de las opciones disponibles. Y en este objetivo la educación CTS es una pieza fundamental.

Ampliación:

Alonso, A., I. Ayestarán y N. Ursúa (eds.) (1996), *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Estella: EVD.

López Cerezo, J.A. y M.I. González García (2002), *Políticas del bosque*, Madrid:

Cambridge University Press.

Sanmartín, J. et al. (eds.) (1992), *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona: Anthropos.

9

La necesidad de la acción educativa

La democracia presupone que los ciudadanos, y no solo sus representantes políticos, tienen la capacidad de entender alternativas y sobre tal base expresar opiniones, y en su caso tomar decisiones bien fundadas. En este sentido, otra línea de desarrollo para los estudios CTS ha sido, en el ámbito educativo y de formación pública, propiciar la formación y alfabetización científica de amplios segmentos sociales de acuerdo con la nueva imagen de la ciencia y la tecnología que emerge al tener en cuenta su contexto social. Veamos ahora muy brevemente los aspectos más generales de esta línea de trabajo.

Un elemento clave en tal cambio de imagen de la ciencia y la tecnología consiste en la renovación educativa, tanto en contenidos curriculares como en metodología y técnicas didácticas. Un primer paso en este sentido procede de los programas educativos CTS, implantados en la enseñanza superior de numerosas universidades desde finales de los años 60 y en muchos sistemas educativos de enseñanza media desde finales de los 70 (Solomon, 1992; Yager, 1993; Martín Gordillo et al., 2009).

En el ámbito de la enseñanza superior, los programas CTS ofrecen un grado específico o complemento curricular para estudiantes de diversas procedencias:

▷ Se trata, por un lado, de proporcionar una formación humanística básica a estudiantes de ingeniería y ciencias naturales. El objetivo es desarrollar en los estudiantes una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de las nuevas tecnologías o la implantación de

las ya conocidas, transmitiendo a la vez una imagen más realista de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, así como del papel político de los expertos en la sociedad contemporánea.

▷ Por otro lado, se trata de ofrecer un conocimiento básico y contextualizado

sobre ciencia y tecnología a los estudiantes de humanidades y ciencias sociales. El objetivo es proporcionar a estos estudiantes, futuros jueces y abogados, economistas y educadores, una opinión crítica e informada sobre las políticas tecnológicas que los afectarán como profesionales y como ciudadanos. Esta educación debe así capacitarlos para participar fructíferamente en cualquier controversia pública o discusión institucional sobre tales políticas.

Si los programas de investigación CTS abordan la ciencia y la tecnología como productos sociales, planteando entonces la cuestión de la evaluación y gestión social de tales productos, los programas de educación en CTS tratan precisamente de llevar a los currículos tanto de científicos y como de humanistas tales resultados de investigación. El reto educativo consiste así en desarrollar una actitud realista, fundamentada y participativa frente al cambio científico-tecnológico.

En su célebre Conferencia Rede de 1959, C. P. Snow hablaba de una escisión de la vida intelectual y práctica de Occidente en dos grupos polarmente opuestos, separados por un abismo de incomprensión mutua. Se refería a las culturas humanística y científico-técnica. El propósito principal de la educación CTS es tratar de cerrar esa brecha entre dos culturas, puesto que esta constituye el mejor caldo de cultivo para el desarrollo de peligrosas actitudes tecnófobas, además de dificultar la participación ciudadana en la transformación tecnológica de nuestras formas de vida y ordenamiento institucional (Snow, 1964).

CTS EN ENSEÑANZA SECUNDARIA. Todos los niveles educativos son apropiados para llevar a cabo esos cambios en contenidos y metodologías. También en la enseñanza secundaria está teniendo la educación CTS una gran penetración en muchos países, con la elaboración de un gran número de programas docentes y un respetable volumen de materiales desde finales de los años 70. A ello ha contribuido el impulso proporcionado por la investi-

gación académica vinculada a la universidad, así como por organismos intergubernamentales como la Unesco o la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). En particular, en enseñanza secundaria, dos asociaciones de profesores han tenido una importancia destacada en el impulso de CTS en este nivel educativo: la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias norteamericana (National Science Teachers Association) y la Asociación para la Enseñanza de la Ciencia británica (Association for Science Education).

Ampliación:

Bennássar Roig, A. et al. (coord..) (2010), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología*, Documentos de Trabajo N° 5, Madrid: OEI.

Martín Gordillo, M. (coord.) (2009), *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Documentos de Trabajo N° 3, Madrid: OEI. <http://www.oei.es/salactsi/educacion.php>

10 Ciencia, tecnología y reflexión ética

Una reflexión final puede ejemplificar la importancia de combinar los temas y enfoques de las diferentes líneas de trabajo en los estudios CTS, así como la importancia que en este marco cobra el análisis ético y el compromiso moral. Se trata de una provocadora reflexión sobre el actual divorcio ciencia-sociedad, elaborada básicamente a partir de Freeman Dyson (1997).

Godfrey Hardy, el gran matemático inglés de la primera mitad de siglo, escribía sobre la ciencia de su época a principios de la segunda guerra mundial:

Una ciencia es considerada útil si su desarrollo tiende a acentuar las desigualdades existentes en la distribución de la riqueza o bien, de un modo más directo, fomenta la destrucción de la vida humana. (1940: 118)

Hardy profería estas duras palabras en su libro *Autojustificación de un matemático*, donde por cierto se vanagloriaba de que su vida había estado dedicada a la creación de un arte abstracto totalmente inútil: la matemática pura, sin ninguna aplicación práctica. Es cierto que Hardy escribió esas palabras en medio de una guerra, una guerra por la que se desarrollan innovaciones como el radar o los ordenadores electrónicos. Sin embargo, si nos detenemos a reflexionar sobre la ciencia y la tecnología de la segunda mitad de siglo, sus palabras, como señala Freeman Dyson (un científico pionero en la aplicación de la energía nuclear en medicina), tienen por desgracia una mayor actualidad de la que probablemente nos gustaría reconocer (Dyson, 1997).

La ciencia y la tecnología actual no suelen actuar precisamente como agentes niveladores, del mismo modo que otras innovaciones del pasado como la radio o los antibióticos, sino que tienden más bien a hacer a los ricos más ricos y a los pobres más pobres, acentuando la desigual distribución de la riqueza entre clases sociales y naciones. Solo una pequeña porción de la humanidad puede permitirse *iphones* o coches híbridos japoneses. Cuando esa ciencia y tecnología no destruyen de un modo más directo la vida humana o la naturaleza, como ocurre con tantos ejemplos familiares. Las tecnologías armamentísticas siguen siendo tan rentables como en tiempos de la Guerra Fría. La ciencia y la tecnología actual son desde luego muy eficaces, el problema es si sus objetivos son socialmente valiosos.

¿Qué ocurre con la ciencia y la tecnología actual? ¿Qué ha pasado en los últimos 40 años?

En este tiempo, señala Dyson (1997), los mayores esfuerzos en investigación básica se han concentrado en campos muy esotéricos, demasiado alejados de los problemas sociales cotidianos. Ciencias como la física de partículas y la astronomía extragaláctica han perdido de vista las necesidades sociales y se han convertido en una actividad esotérica que solo produce bienestar social para los propios científicos. Se trata, no obstante, de líneas de investigación que, por la infraestructura material o los grandes equipos humanos requeridos, consumen un ingente volumen de recursos públicos.

A su vez, la ciencia aplicada y la tecnología actual está en general demasiado vinculada al beneficio inmediato, al servicio de los ricos o de los gobiernos poderosos, por decirlo de un modo claro. Solo una pequeña porción de la humanidad puede permitirse sus servicios e innovaciones. Podemos preguntarnos cómo van a ayudarnos cosas como los aviones supersónicos, la cibernética, la televisión 4K o la fertilización in vitro, a resolver los grandes problemas sociales que tiene planteada la humanidad: comida fácil de producir, casas baratas, atención médica y educación accesible.

Sin olvidar, para completar este oscuro panorama, campos científico-tecnológicos tan problemáticos como la energía nuclear o la biotecnología, denunciados no solo por su aplicación militar sino también por su peligrosidad social y ambiental. Prometen, no solo no resolver los grandes problemas sociales, sino también crear más y nuevos problemas.

El problema de base, como señala Freeman Dyson (1997), es que las comisiones donde se toman las decisiones de política científica o tecnológica solo están constituidas por científicos u hombres de negocios. Unos apoyan los campos de moda, cada vez más alejados de lo que podemos ver, tocar o comer; y otros, como era de esperar, la rentabilidad económica. Al tiempo, se movilizan los recursos de la divulgación tradicional de la ciencia, en periódicos, museos y escuelas, para difundir una imagen esencialista y triunfalista de la ciencia, una ciencia que solo funcionará óptimamente si se mantiene su financiación y autonomía frente a la sociedad.

LA CIENCIA EN EL ESCAPARATE. Para apreciar adecuadamente el papel de la ciencia en el mundo actual, es importante ser conscientes de la importancia que tiene hoy la visibilidad pública de los resultados científicos. La ciencia contemporánea, la llamada Big Science, es una actividad que requiere un gran volumen de financiación. Los grandes equipos de la investigación científico-técnica actual necesitan

importantes recursos humanos y materiales, es decir, medios económicos. Los reclamos publicitarios de la ciencia, sus promesas en ocasiones desmesuradas en los medios de comunicación, son estrategias de movilización social destinadas a consolidar líneas de investigación o grupos de investigadores. La ciencia, a este respecto, no es muy diferente de la política o el fútbol: su éxito en la captación de recursos pasa hoy con frecuencia por los medios de comunicación. Pero esto no es todo. En un mundo de competición internacional y libre mercado, donde la innovación científico-técnica tiene un valor económico decisivo, el escaparate de la ciencia puede revalorizar acciones de compañías multinacionales o incluso estimular sectores productivos completos. Con todo, hacer de la ciencia una ventaja empresarial competitiva y un elemento de movilización social no es desvirtuar a la ciencia, aunque sí la distancia del ideal decimonónico de empresa benemérita desinteresada. Se producen armas y se elaboran vacunas, que, a su vez, dan lugar a prestigio y beneficios. Sin embargo, esa tendencia actual a hinchar artificialmente las noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología, sí puede generar una cierta desconfianza y recelo entre la opinión pública. Cuando se anuncia a bombo y platillo el descubrimiento de la fusión fría, con la consiguiente lluvia de millones para los protagonistas y las instituciones de las que dependen, para desmoronarse poco después entre acusaciones de fraude y auto-engaño; cuando el presidente de los EE.UU. (Bill Clinton) anuncia el descubrimiento de vida no terrestre en un meteorito presuntamente de origen marciano, en un momento delicado para la financiación de la NASA, pinchándose el globo poco después entre pruebas circunstanciales y evidencia indirecta; cuando cada día aparece un nuevo gen responsable de casi cualquier cosa, consolidando un grupo de trabajo o las acciones de una compañía farmacéutica, y se arma un pequeño revuelo público del que poco más tarde no se vuelve a tener noticia. Cuando su-

ceden estas cosas el público inteligente comienza a suspender el juicio y puede llegar a contemplar a la ciencia con suspicacia.

La cuestión, por tanto, no consiste en entrar en los laboratorios y decir a los científicos qué tienen que hacer, sino en reconocerlos y asumirlos tal como son, como seres humanos con razones e intereses, para abrir entonces a la sociedad los despachos contiguos donde se discuten y deciden los problemas y prioridades de investigación, donde se establece la localización de recursos. El desafío de nuestro tiempo es abrir esos despachos, esas comisiones, a la comprensión y la participación pública. Abrir, en suma, la ciencia a la luz pública y a la ética.

Este es el nuevo contrato social que se reclama en foros como el del Congreso de Budapest, el objeto de la renegociación de las relaciones entre ciencia y sociedad: ajustar la ciencia y la tecnología a los estándares éticos que ya gobiernan otras actividades sociales, i.e. democratizarlas, para estar entonces en condiciones de influir sobre sus prioridades y objetivos, reorientándolos hacia las auténticas necesidades sociales, es decir, aquellas necesidades que emanen de un debate público sobre el tema.

Para ello necesitamos fomentar también una revisión epistemológica de la naturaleza de la ciencia y la tecnología: abrir la caja negra de la ciencia al conocimiento público, desmitificando su tradicional imagen esencialista, y cuestionando también el llamado “mito de la máquina” (en palabras de L. Mumford); es decir, la interesada creencia de que la tecnología es inevitable y benefactora en última instancia. Pues, como añade Dyson (1997:48) haciéndose eco de Haldane y Einstein, el progreso ético (y también epistemológico, debemos añadir) es en última instancia la única solución para los problemas causados por el progreso científico y tecnológico.

La Cumbre de Budapest puede considerarse paso adelante pues, aunque sin compromisos concretos de carácter legal o económico,

consiguió producir un consenso mundial sobre el texto de la Declaración y el perfil que debería adoptar ese nuevo contrato social para la ciencia; un consenso donde las cuestiones éticas y la participación pública adquirieron un lugar prominente. Los estudios CTS pueden constituir una valiosa herramienta para ese fin y para mantener en la agenda de los gobiernos la temática de Budapest. A nuestros países, depositarios del verdadero protagonismo, les corresponde hacer frente a ese reto.

Ampliación:

Agazzi, E. (1996), *El bien, el mal y la ciencia: dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Madrid: Tecnos.
Echeverría, J. (2002), *Ciencia y valores*, Barcelona: Destino.
Olivé, L. (2000), *El bien, el mal y la razón: facetas de la ciencia y la tecnología*, México DF. Paidós.

Referencias

- AIBAR, E. y M. A. QUINTANILLA (2002), *Cultura tecnológica. Estudios de Ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: ICE/Horsori.
- BARNES, B. (1974), *Scientific Knowledge and Sociological Theory*. Londres: Routledge.
- BARNES, B. (1985), *Sobre ciencia*. Barcelona: Labor, 1987.
- BARNES, B, D. BLOOR y J. HENRY (1996), *Scientific Knowledge. A Sociological Analysis*. Chicago: Chicago University Press.
- BAUCHSPIES, W., J. CROISSANT y S. RESTIVO (2005), *Science, Technology and Society: A Sociological Approach*. Oxford. Blackwell.
- BAUER, M.W., R. Shukla y N. Allum (eds.) (2012), *The Culture of Science: How the Public Relates to Science Across the Globe*. Nueva York: Routledge.
- BIJKER, W. (1995), *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- BIJKER, W.E., T.P. HUGHES y T. PINCH (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- BLOOR, D. (1976/1992), *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa, 1998.
- BRAUN, E. (1984), *Tecnología rebelde*, Madrid: Tecnos/Fundesco, 1986.
- BROWN, J. R. (2001), *Who Rules in Science: An Opinionated Guide to the Wars*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- BUNGE, M. (1993), *Sociología de la ciencia*. Buenos Aires: Ed. Siglo Veinte.
- BUSH, V. (1945/1980), *Science - The Endless Frontier*. National Science Foundation.
- CALLON, M., P. LASCOUMES y T. BARTHE (2009), *Acting in an Uncertain World*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- CALLON, M. y V. RABEHARISOA (2003), "Research 'in the Wild' and the Shaping of New Social Identities", *Technology in Society* 25: 193-204.
- CARROLL, L. (1887/1972), *El juego de la lógica*, ed. de A. Deaño. Madrid: Alianza.
- CARSON, R. (1962), *La primavera silenciosa*. Barcelona: Grijalbo, 1980.
- COLLINS, H.M. (1985/1992), *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, 2ª ed., Chicago: University of Chicago Press.
- COLLINS, H. y R. EVANS (2009), *Rethinking Expertise*. Chicago: University of Chicago Press.
- COLLINS, H. y T. PINCH (1993), *El gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona: Crítica, 1996.
- COLLINS, H. M. y T. PINCH (1998), *The Golem at Large. What You Should Know About Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CUTCLIFFE, S. H. y C. MITCHAM (eds.) (2001), *Visions of STS: Counterpoints in Science, Technology and Society*. Albany, NY: State University of New York Press.
- DYSON, F. (1997), "Can Science Be Ethical?", *The New York Review of Books* XLIV/6: 46-49.
- ECHEVERRÍA, J. (2003), *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.
- FIORINO, D.J. (1990), "Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms", *Science, Technology, and Human Values* 15/2: 226-243.
- FLORMAN, S. (1876/1994), *The Existential Pleasures of Engineering*, 2ª ed. Nueva York: St. Martin's Griffin.
- FULLER, S. (1995), "On the Motives for the New Sociology of Science", *History of the Human Sciences* 8/2: 117-124.

- FULLER, S. (1999), *The Governance of Science*. Bokingham: Open University Press.
- FUNTOWICZ, S. y J. RAVETZ (1993), *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina (reedición en Icaria, Barcelona, 2000).
- GARCÍA PALACIOS, E.M. et al. (2001), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Cuadernos de Iberoamérica, Madrid: OEI.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M., J.A. LÓPEZ CERESO y J. L. LUJÁN (1996), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M., J. A. LÓPEZ CERESO y J. L. LUJÁN (eds.) (1997), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona: Ariel.
- HACKETT, E. J., O. AMSTERDAMSKA, M. LYNCH y J. WAJCMAN (eds.) (2007), *Handbook of Science and Technology Studies*, 3ª edición, Cambridge-Londres: MIT Press.
- HACKING, I. (1999), *The Social Construction of What?*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press (trad. cast. en Paidós).
- HAELY, K. C. (2008), *Objectivity in the Feminist Philosophy of Science*. Nueva York: Continuum.
- HARDY, G.H. (1940), *Autojustificación de un matemático*. Barcelona: Ariel, 1981.
- ILLICH, I. (1973), *La convivencialidad*. Barcelona: Barral, 1974.
- IRANZO, J.M. et al. (ed.) (1995), *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: CSIC.
- JASANOFF, S. (ed.) (2004), *States of Knowledge: The Co-Production of Science and Social Order*. Londres: Routledge.
- JASANOFF, S. (2005), *Designs on Nature: Science and Democracy in Europe and the United States*. Princeton: Princeton University Press.
- JASANOFF, S. et al. (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*. Londres: Sage.
- Junker, K. y S. Fuller (1998), *Science and the Public: Beyond the Science Wars*. Bokingham: Open University Press.
- KRIMSKY, S. (1984), "Beyond Technocracy: New Routes for Citizen Involvement in Social Risk Assessment", en: Petersen (1984).
- KUHN, T.S. (1962/1970), *La estructura de la revoluciones científicas*, 2ª ed., México: FCE, 1971.
- Laird, F.N. (1993), "Participatory Analysis, Democracy, and Technological Decision Making", *Science, Technology, and Human Values* 18/3: 341-361.
- LASPRA, B. y E. MUÑOZ (eds.) (2014), *Culturas científicas e innovadoras*. Buenos Aires: EUDEBA.
- LATOUR, B. (1987), *Ciencia en acción*. Barcelona: Labor, 1992.
- LATOUR, B. y S. WOOLGAR (1979/1986), *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Universidad, 1995.
- LATOUR, B. (2005), *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network Theory*. Oxford: Oxford University Press (trad. cast. en Manantial).
- LONGINO, H. E. (2002), *The Fate of Knowledge*. Princeton: Princeton University Press.
- LÓPEZ CERESO, J. A. (1998), "Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos", *Revista Iberoamericana de Educación* 18: 41-68.
- LÓPEZ CERESO, J. A. y J. L. LUJÁN (2000), *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- LÓPEZ CERESO, J. A., J. A. Méndez Sanz y O. Todt (1998), "Participación pública en política científica y tecnológica". *Arbor* CLIX/627: 173-192.

- LÓPEZ CERREZO, J. A. y J. M. SÁNCHEZ RON (2001) (eds.), *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- MACKENZIE, D. (2008), *Material Markets: How Economic Agents Are Constructed*. Oxford: Oxford University Press.
- MARTÍN GORDILLO, M. (coord.) (2009), *Educación, ciencia, Tecnología y Sociedad, Documentos de Trabajo N° 3*. Madrid: OEI.
- MITCHAM, C. (1989), *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.
- MITCHAM, C. (1994), *Thinking Through Technology*. Chicago: University of Chicago Press.
- MUMFORD, L. (1967-70), *El mito de la máquina*, Buenos Aires: Emecé, 1969.
- NELKIN, D. (1984), "Science and Technology Policy and the Democratic Process", en: Petersen (1984).
- OLIVÉ, L. (2000), *El bien, el mal y la razón: facetas de la ciencia y la tecnología*. México DF: Paidós.
- OLIVÉ, L. (2004), *Multiculturalismo y justicia social: autonomía e identidad cultural en la era de la Globalización*. México DF: UNAM.
- OUDSHOORN, N. y T. PINCH (eds.) (2003), *How Users Matter: The Co-Construction of Users and Technology*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- PACEY, A. (1983), *La cultura de la tecnología*. México: FCE, 1990.
- PERRAULT, S. (2013), *Communicating Popular Science: From Deficit to Democracy*. Nueva York: Palgrave.
- PETERSEN, J.C. (ed.) (1984), *Citizen Participation in Science Policy*. Amherst: University of Massachusetts Press.
- RENN, O., T. WEBLER y P. WIEDEMANN (eds.) (1995), *Fairness and Competence in Citizen Participation*. Dordrecht: Kluwer.
- RENN, O. (2008), *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World*. Londres: Earthscan.
- RIP, A., T. MISA Y J. SCHOT (eds.) (1995), *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*. Londres: Pinter.
- RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. et al. (eds.) (1997), *Ciencia, tecnología y sociedad: contribuciones para una cultura de la paz*. Granada: Universidad de Granada.
- RUSSELL, B. (1957), *Mysticism and Logic*. Nueva York: Doubleday.
- SALOMON, J.-J. et al. (eds.) (1994), *Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo*. FCE/ Ed. Univ. Naciones Unidas: México, 1996.
- SÁNCHEZ RON, J.M. (1992), *El poder de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- SANMARTÍN, J. et al. (eds.) (1992), *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos.
- SANZ MENÉNDEZ, L. (1997), *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*. Madrid: Alianza.
- SAREWITZ, D. (1996), *Frontiers of Illusion: Science, Technology, and the Politics of Progress*. Filadelfia: Temple University Press.
- SHAPIN, S. (1996), *La revolución científica: una interpretación alternativa*. Barcelona: Paidós, 2000.
- SHAPIN, S. (2008), *The Scientific Life: A Moral History of a Late Modern Vocation*. Chicago: University of Chicago Press.
- SHAPIN, S. Y S. SHAFFER (1985), *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton: Princeton University Press.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (2002), *Environmental Justice Creating Equity, Reclaiming Democracy*. Oxford: Oxford University Press.
- SISMONDO, S. (2004), *An Introduction to Science and Technology Studies*. Oxford: Blackwell.
- SKINNER, Q. (1999), "The Advancement of Francis Bacon", *The New York Review of Books* XLVI/17: 53-56.

- SNOW, C.P. (1964), *Las dos culturas y un segundo enfoque*. Madrid: Alianza, 1977.
- SOLOMON, J. (1993), *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham: Open University Press.
- SYME, G.J. Y E. EATON (1989), "Public Involvement as a Negotiation Process", *Journal of Social Issues* 45/1: 87-107.
- TODT, O. Y J.L. LUJÁN (1997), "Labelling of Novel Foods, and Public Debate", *Science and Public Policy* 24/5: 319-326.
- VV.AA. (1998), "Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación", número monográfico de la Revista Iberoamericana de Educación, 18, sep.-dic. 1998.
- VV.AA. (2008), "Enseñanza y divulgación de las ciencias", número monográfico de la Revista Eureka, 5/2, Agosto de 2008.
- WILSDON, J. Y R. WILLIS (2004), *See-through Science: Why Public Engagement Needs to Move Upstream*. Londres: Demos.
- WILSDON, J., B. WYNNE Y J. STILGOE (2005), *The Public Value of Science*. Londres: Demos.
- WINNER, L. (1986), *La ballena y el reactor*. Barcelona: Gedisa, 1987.
- WOOLGAR, S. (1988), *Ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Anthropos, 1991.
- WYNNE, B. (1989), "Frameworks of Rationality in Risk Management: Towards the Testing of Naïve Sociology", en: J. Brown (ed.), *Environmental Threats. Analysis, Perception, Management*, Belhaven: Random, 1989.
- WYNNE, B. (2014), "Further Disorientation in the Hall of Mirrors", *Public Understanding of Science* 23: 60-70.
- YAGER, R.E. (ed.) (1992), *The Status of Science-Technology-Society. Reforms Around the World*. International Council of Associations for Science Education/Yearbook.
- ZIMAN, J. (1984), *Introducción al estudio de las ciencias*. Barcelona: Ariel, 1986.

GLOSARIO

Concepción clásica de la ciencia. Véase “Empirismo lógico”.

Constructivismo social. Dentro de los estudios CTS, se incluyen en el constructivismo social los enfoques inspirados en el Programa Fuerte de la Sociología del Conocimiento Científico, donde en general se mantiene que los resultados de la ciencia (por ejemplo, una clasificación taxonómica) o los productos de la tecnología (por ejemplo, la eficiencia de un artefacto) han sido socialmente contruidos; es decir, que tales resultados o productos son el punto de llegada de procesos contingentes (no inevitables) en los que la interacción social tiene un peso decisivo. Hay diversos tipos constructivismos sociales, según, por ejemplo, se hable de un tipo u otro de objeto construido (hechos, propiedades, categorías) y se acepte o no la concurrencia de factores epistémicos.

Contracultura (o movimiento contracultural). Amplio movimiento social en contra del “establishment” o la cultura oficial. Se desarrolló fundamentalmente en los años 60 y 70 en naciones industrializadas occidentales, culminando en el movimiento estudiantil francés de mayo del 68 y las revueltas en EE.UU. en contra de la guerra de Vietnam a finales de los 60. Tradicionalmente, la tecnología y el estado tecnocrático han estado también en el blanco de sus protestas.

Empirismo lógico. Concepción heredada de la naturaleza de la ciencia desarrollada en la Europa de entreguerras de los años 20 y 30 por autores como R. Carnap, O. Neurath, H. Reichenbach o C. Hempel. Mantiene su hegemonía filosófica hasta los años 60-70. Los empiristas lógicos, en general, entendían la ciencia como “saber metódico”; es decir, un modo de conocimiento caracterizado por cierta estructura lógica (comprensible a través del análisis filosófico) y por responder a cierto método, un método que combinaba la puesta a prueba empírica de las hipótesis y el razonamiento deductivo (factores epistémicos). En esta concepción se deniega tradicionalmente la relevancia explicativa de los factores no epistémicos para dar cuenta del avance en ciencia.

Epistémico, factor o elemento. En la actividad científica, la toma de decisiones respecto a la aceptabilidad de hipótesis o la elección entre hipótesis alternativas requiere el concurso de elementos de juicio. Estos elementos puede ser de carácter epistémico o de carácter no epistémico. Los elementos epistémicos clásicos son la consideración de la evidencia empírica y el razonamiento deductivo. En el segundo tipo (no epistémico) suelen incluirse todos los elementos que, de carácter cognitivo o no, son atribuibles a la situación social, profesional, psicológica, etc., de los científicos. Por ejemplo, intereses económicos, presiones políticas, convicciones religiosas, lealtad profesional, disponibilidad instrumental, etc. Genéricamente, este último tipo de elementos son a veces llamado “factores sociales” o factores dependientes del “contexto social”.

Escuela de Edimburgo. Grupo de investigación vinculado desde principios de los 70 a la Unidad de Estudios de la Ciencia de la Universidad de Edimburgo y formado principalmente por Barry Barnes (sociólogo), David Bloor (filósofo de la ciencia) y Steven Shapin (historiador). Este grupo constituye el origen de la investigación académica en los estudios CTS, objetivo que realizan estableciendo un “Programa Fuerte” para la constitución de una sociología del conocimiento científico. Uno de los principales objetivos de la Unidad fue en sus orígenes el de contribuir a cerrar la brecha entre las “dos culturas” de C. P. Snow.

Estudios CTS. Campo de trabajo, de carácter crítico e interdisciplinar, donde se estudia la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que respecta a sus antecedentes sociales como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y ambientales. Una diversidad de orientaciones académicas, como la sociología del conocimiento científico o la historia de la tecnología, y de ámbitos de reflexión y propuestas de cambio institucional, como la ética ingenieril o los estudios de evaluación de tecnologías, confluyen en este heterogéneo campo de trabajo.

Estudios de la reflexividad. Algunos autores en la investigación académica CTS, como Steve Woolgar o Malcolm Ashmore, han desarrollado una línea de trabajo vinculada al principio cuarto del “Programa Fuerte”: la reflexividad. Según ese principio, la sociología del conocimiento científico debe estar en disposición de ofrecer una explicación sociológica de sus propios resultados. En este sentido, autores como los anteriores desarrollan una antropología reflexiva de la representación sociológica del cambio científico (y tecnológico). Esta línea de trabajo ha sido acusada, aun dentro de los estudios CTS, de excesivamente relativista y “deconstructive”.

Estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Véase “Estudios CTS”.

Evaluación de tecnologías (e impacto ambiental). La evaluación de tecnologías se entiende como un conjunto de métodos para analizar los diversos impactos de la aplicación de tecnologías, identificando los grupos sociales afectados y estudiando los efectos de posibles tecnologías alternativas. Su objetivo último consiste en tratar de reducir los efectos negativos de tecnologías dadas, optimizando sus efectos positivos y contribuyendo a su aceptación pública. La evaluación de impacto ambiental es un caso específico de evaluación de tecnologías, aplicada a proyectos específicos de intervención ambiental.

Guerras de la ciencia. Disputa entre dos grupos académicos, correspondientes a las “dos culturas” de Snow, acerca de la naturaleza del conocimiento científico y, en general, las relaciones ciencia-sociedad. Por un lado encontramos a los sociólogos del conocimiento científico y otros autores CTS, así como a teóricos de los estudios culturales y el feminismo, defendiendo el carácter social de la ciencia y la democratización de las políticas públicas en ciencia y tecnología; y, por otro, a científicos (básicamente físicos) y filósofos racionalistas defendiendo la imagen clásica, esencialista y benefactora, del conocimiento científico y la autonomía política de la ciencia. Algunos momentos clave de ese enfrentamiento han sido la detención por el Congreso de EE.UU. de la construcción de un Superacelerador en Texas, en 1993, con la búsqueda de “cabezas de turco” que siguió al episodio; y la publicación en 1996 de un artículo de Alan Sokal, un físico neoyorquino, en la revista *Social Text* (una revista de estudios culturales de la ciencia), donde consiguió engañar a los editores y publicar una absurda relativización de la teoría cuántica. Mientras en EE.UU. ha tenido a finales de los 90 y en los 2000 bastante notoriedad pública y algunas repercusiones institucionales, en Europa apenas ha llegado el debate a los periódicos y no se han producido derramamientos de “sangre”.

Modelo lineal de desarrollo. También conocido como “modelo lineal de innovación”. Concepción clásica acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad según la cual el progreso social depende del crecimiento económico, este depende del desarrollo tecnológico y este, a su vez, depende del desarrollo sin interferencias políticas o sociales del conocimiento científico. Su formulación más conocida se debe a V. Bush en 1945, en un informe (“Science - The Endless Frontier”) que es la base del modelo clásico de políticas científico-tecnológicas.

Programa Fuerte. Programa establecido por cuatro principios (causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad) para el desarrollo de una sociología del conocimiento científico, es decir, una explicación científica del cambio en ciencia. Propone, en general, explicar la dinámica de la ciencia sin presuposiciones acerca de la corrección o incorrección de las distintas teorías o hipótesis en disputa, del mismo modo que un antropólogo trata de explicar los sistemas de creencias de las tribus primitivas. Se debe al trabajo de la Escuela de Edimburgo a principios de los 70, aunque es enunciado por David Bloor en su obra *Conocimiento e Imaginario Social*.

Programa Empírico del Relativismo. Desarrollo del “Programa Fuerte”, debido fundamentalmente a Harry Collins a finales de los 70 y principios de los 80, donde se propone un programa (el EPOR, o Programa Empírico del Relativismo) para el estudio empírico de las controversias científicas. La clave del EPOR consiste en detectar la flexibilidad interpretativa de los resultados científicos, mostrada por la existencia de controversias, para estudiar después empíricamente los mecanismos sociales que producen la clausura de las mismas.

Red de actores, teoría de la. También conocida como “teoría del actor-red”. Diversos autores en la investigación académica CTS, especialmente Bruno Latour y Michel Callon, han desarrollado una reciente línea de trabajo basada en el principio tercero del “Programa Fuerte”, la simetría. Para estos autores una explicación realmente simétrica de teorías científicas o artefactos tecnológicos requiere otorgar la misma categoría explicativa a actores humanos (“lo social”) y a actores no humanos (“lo natural” o “lo material”). Según este enfoque, utilizar lo social para dar cuenta de lo natural o lo material, como hace la sociología del conocimiento científico, es asumir una posición científicamente tan insatisfactoria como la inversa de la filosofía de la ciencia tradicional. Para estos autores franceses, todos los actores, humanos y no humanos, interactúan y evolucionan juntos, son nodos de la red que constituye la “tecnociencia”.

Síndrome de Frankenstein. Hace referencia al temor de que el mismo desarrollo científico-tecnológico que es utilizado para controlar la naturaleza se vuelva contra nosotros destruyendo esa naturaleza o incluso al propio ser humano.

Sistema I+D. Sistema de investigación y desarrollo, incluyendo la investigación básica y el desarrollo de aplicaciones a partir de la misma. Hoy día, ante la estrecha vinculación de ciencia y tecnología, y de estas con los sistemas productivos, tiene a hablarse en su lugar de “sistemas de innovación”.

Sociología del conocimiento científico. Sobre la base del “Programa Fuerte”, la Escuela de Edimburgo desarrolla a principios de los años 70 una sociología del conocimiento científico como una extensión de la sociología clásica del conocimiento de autores como E. Durkheim o K. Mannheim, inspirándose en una interpretación radical de la obra de T. Kuhn y otros autores como el segundo Wittgenstein. En sustitución de la explicación clásica en filosofía de la ciencia (de por ejemplo el empirismo lógico), la sociología del conocimiento científico apela a factores sociales para dar cuenta del “avance científico”, es decir, los procesos de génesis y aceptación de ideas en ciencia. Puede por tanto verse también como una sociología “internalista” de la ciencia.

Sociología funcionalista de la ciencia. Tradición clásica en el estudio sociológico de la ciencia, donde se trata de estudiar las fuerzas que actúan para mantener la estabilidad del sistema científico. Es una tradición externalista, en el sentido de que se limita a explicar las condiciones institucionales requeridas para que tenga lugar el avance del conocimiento, no el propio avance. Robert K. Merton, un sociólogo norteamericano, ha desempeñado en su origen y desarrollo el papel más importante.



**CÁTEDRA
DE CIENCIA
TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD**
PARAGUAY



**CÁTEDRA
DE CIENCIA
TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD**
PARAGUAY

Organização
dos Estados
Ibero-americanos
Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura



Organización
de Estados
Iberoamericanos
Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

