



5

Ciencia y Tecnología para la Paz

Jesús A. Sánchez Cazorla

F. Javier Rodríguez Alcázar

1. La ciencia y la tecnología en los conflictos contemporáneos; 2. Las tecnologías: ¿buenas, malas, neutrales...?; 3. La construcción social de la ciencia y la tecnología; 4. ¿Quién decide?; 5. Información y formación de los ciudadanos.

Ciencia y Tecnología para la Paz



En este capítulo vamos a preguntarnos qué podemos hacer para que la ciencia y la tecnología contribuyan a la paz en una medida mayor de lo que ya lo hacen y fomenten la violencia en la menor medida posible. Pero lo primero que necesitamos para ello es recordar que vamos a entender las palabras «paz» y «violencia» en los amplios sentidos en que han sido introducidas en capítulos anteriores de este manual. En particular, no vamos a concebir la violencia únicamente en términos de violencia física directa ni, menos aún, la vamos a reducir a su forma más virulenta, la guerra. Tampoco vamos a identificar la paz con la mera ausencia de guerra. En consonancia con otros capítulos, entenderemos por violencia todo aquello que, siendo evitable, obstaculiza el desarrollo de las potencialidades deseables de los seres humanos y nos referiremos a la paz como aquellos procesos que contribuyen a la satisfacción de las necesidades humanas en condiciones de *equidad* (lo que significa reconocer el derecho de *todos* los seres humanos a la satisfacción de, al menos, sus necesidades básicas) y *sostenibilidad* (con lo que recogemos el derecho de las generaciones futuras a no ver imposibilitada la satisfacción de sus necesidades como consecuencia de nuestras actividades). [V. I. *La Paz*] Estas opciones diferencian el contenido de este capítulo de las formas más tradicionales de abordar la relación entre la ciencia y la tecnología, por un lado, y la paz y la violencia, por otro. Pues tradicionalmente estas cuestiones solían detenerse en el estudio de la contribución de la tecnociencia a la producción de armamentos. Sobre este punto se ocupa otro capítulo de este manual. [V. XI. *Ciencia, tecnología y militarismo*]



1. La ciencia y la tecnología en los conflictos contemporáneos

Una de las características más destacadas de las sociedades contemporáneas es la importante presencia en ellas de la ciencia y la tecnología. Esta creciente presencia social hace a estas últimas cada vez más relevantes para la promoción de la paz en el sentido amplio que hemos introducido en el apartado anterior. Ciertamente, la aspiración a una satisfacción generalizada, justa y sostenible de las necesidades humanas (o, dicho de otro modo, a un *desarrollo* deseable y accesible para todos los seres humanos actuales y futuros) necesita de la aplicación constante de los conocimientos elaborados por las distintas culturas humanas a lo largo de la historia, de nuevas indagaciones científicas y de nuevos procedimientos para transformar la realidad mediante tecnologías más adecuadas. Ahora bien, también es verdad que la ciencia y la tecnología actúan con frecuencia como factores que aceleran procesos violentos. No sólo porque, como es habitual señalar, la ciencia y la tecnología contemporáneas han hecho posible el diseño y construcción de armas cada vez más destructivas; también porque frecuentemente aparecen implicadas de forma destacada en procesos que generan un grave deterioro ambiental y el agravamiento de las desigualdades entre los habitantes del Planeta. Algunos conflictos con gran relevancia social son, por ejemplo, los siguientes:

- Conflictos relacionados con la satisfacción desigual e insuficiente de necesidades básicas: alimentación, agua potable, energía, vivienda, salud, educación...
- Apropiación privada y desigual de diversas fuentes de riqueza (incluido el conocimiento científico-tecnológico).
- Investigación y desarrollo de armamento nuclear, químico y otras armas de destrucción masiva.
- Mundialización de los sistemas económicos, con la consolidación de empresas transnacionales crecientemente poderosas.
- Consecuencias sociales (p. ej., repercusiones sobre el empleo y las condiciones de trabajo) y ambientales de diversas tecnologías, como las informáticas, de la comunicación o las biotecnológicas.

Es fácil darse cuenta de que en todos estos conflictos contemporáneos la ciencia y la tecnología juegan un importante papel y que en algunos casos llegan a contarse entre sus principales factores causales. Así pues, nos intere-

sa, y mucho, la posible contribución de la ciencia y la tecnología tanto a la violencia como a la paz, y no sólo por los conocidos vínculos entre la tecnología y el militarismo. La ciencia y la tecnología están ciertamente presentes en muchos de los principales conflictos contemporáneos, pero también es cierto que pueden actuar como elementos de transformación pacífica de muchos conflictos sociales. Ello exige repensar el papel de la ciencia y la tecnología en este contexto. [V. VI. *Qué son los conflictos*]



2. Las tecnologías: ¿buenas, malas, neutrales...?

Ahora bien: ¿qué papel desempeñan la ciencia y la tecnología en esos conflictos? ¿Son su causa o su mejor perspectiva de solución? ¿O son meramente un factor neutral con respecto a ellos?

LA NO-NEUTRALIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS: LA FÁBRICA DE SEGADORAS DE McCORMICK

A mediados de 1880 se agregó a la fundición de máquinas moldeadoras neumáticas de McCormick, situada en Chicago, una innovación de eficiencia no comprobada, a un coste no despreciable para la época. La interpretación usual es que esta medida se adoptó para modernizar la planta y conseguir una mayor eficiencia. Sin embargo, el cambio coincidió con un enfrentamiento entre el empresario McCormick y el sindicato metalúrgico. Las nuevas máquinas, manejadas por obreros no cualificados, produjeron fundiciones de inferior calidad, a un coste más alto que las anteriores a la innovación introducida. Después de tres años de uso las máquinas fueron abandonadas, pero para entonces ya habían cumplido su cometido: destruir el sindicato. (Cfr. Winner 1987, 40-41)

Algunos han tendido a ver en la ciencia y la tecnología la panacea universal para los males de la Humanidad. Esa creencia aparece reflejada en algunos textos del género *utópico*, desde la *Nueva Atlántida* de Francis Bacon, una utopía renacentista donde se defiende el patrocinio estatal de la investigación científica, hasta el *Walden Dos* de B.F. Skinner, que aboga, ya en el siglo XX, por la aplicación de los principios del neconductismo psicológico a la

organización social; también aparece reflejada dicha creencia en ciertos exponentes de géneros literarios como la *ciencia ficción* (recuérdense, por ejemplo, algunas de las novelas pioneras de Julio Verne). Textos como éstos reflejan una concepción *determinista* (y, además, optimista) de las relaciones entre la tecnociencia y la sociedad: la tecnología moderna, resultado de la aplicación de los nuevos descubrimientos científicos, es el factor determinante del bienestar y el progreso social; dado que cabe esperar un continuado progreso en los conocimientos científico-tecnológicos, no habría por qué dudar de la constante mejora de las condiciones de vida para los seres humanos. Ahora bien, también cabe una versión pesimista del determinismo tecnológico (presente en autores como M. Heidegger y J. Ellul). De acuerdo con ésta, las tecnologías tendrían inevitablemente efectos perniciosos sobre la vida social.

POSIBILIDADES DE ADAPTAR LAS TECNOLOGÍAS A LAS NECESIDADES SOCIALES: TECNOLOGÍAS Y DISCAPACITADOS

Reconocer las dimensiones políticas de las tecnologías no significa que haya que sospechar siempre de conspiraciones conscientes o intenciones maliciosas. Durante la década de los 70, el movimiento organizado de los discapacitados en EE.UU. llamó la atención sobre las innumerables maneras en que las máquinas, herramientas y estructuras de uso común (edificios, aceras, autobuses, etc.) imposibilitaban que muchos discapacitados se movieran con libertad. Esto significaba, en gran medida, su exclusión de la vida pública. Pero éste era un caso más bien de negligencia que de mala intención. Desde entonces toda una gama de artefactos y espacios han sido rediseñados y reconstruidos para atender a las necesidades de esta minoría, aunque sigue habiendo enormes déficits. (Cfr. Winner, 1987, 41-42)

Hay, sin embargo, buenas razones para rechazar ese determinismo tecnológico en sus dos variantes, optimista y pesimista. En primer lugar, aunque resultaría disparatado poner en duda la influencia creciente de las tecnologías en la configuración de las sociedades contemporáneas, parece exagerado atribuirle el papel monocausal que el determinismo tecnológico tiende a asignarle. En segundo lugar, numerosos estudios avalan la posibilidad de que la

sociedad ejerza *algún* grado de influencia sobre la construcción de la ciencia y, más claramente aún, de las tecnologías; de modo que, aunque reconozcamos la importancia de los efectos sociales de las tecnologías, no debería olvidarse que se trata de tecnologías *socialmente construidas* y que, por tanto, habría cierto margen para modificarlas socialmente y, con ellas, sus efectos sociales.

Otra forma de entender las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad concibe a las primeras como instrumentos *neutrales* en manos de la segunda. El punto de partida de esta posición es la constatación de una obviedad: el conocimiento científico y las innovaciones tecnológicas pueden *usarse*, en general, tanto para el bien como para el mal. Los defensores de este punto de vista suelen aducir en su apoyo una socorrida analogía: del mismo modo que un cuchillo puede utilizarse para cortar pan o para asesinar a un congénere, también las modernas tecnologías pueden servir tanto a finalidades sublimes como a objetivos mezquinos. Así que, cuando se da el segundo caso, no deberíamos dirigir nuestro dedo acusador ni contra la tecnología ni contra los científicos, ingenieros o tecnólogos que la desarrollaron, sino contra quienes hacen de ella un *uso* inadecuado. Ahora bien, lo que es una afirmación de perogrullo con respecto a la ciencia y la tecnología *en general* resulta completamente inadecuada cuando pasamos a referirnos a *cada* episodio de investigación científica o de innovación tecnológica. Pues resulta frecuente que la práctica científica o las tecnologías no sean tan *neutrales* como un cuchillo. Esta situación es especialmente fácil de constatar si pensamos en la mayoría de las tecnologías más sofisticadas que se han desarrollado en las últimas décadas con ayuda de la ciencia más avanzada. A diferencia de un cuchillo, esas tecnologías están diseñadas para usos muy específicos y dejan al usuario, habitualmente, escaso margen a la hora de decidir cómo las utiliza. Así, parece difícil imaginar que las bombas atómicas, los misiles de largo alcance y la mayoría de los ingenios militares desarrollados en la actualidad puedan utilizarse para fines diferentes de aquellos para los cuales fueron diseñados. Tampoco es de esperar que una planta modificada genéticamente para hacerla más resistente a un determinado herbicida pueda producir rendimientos adecuados utilizando técnicas de cultivo diferentes a las recomendadas por el vendedor de la semilla (quizás también fabricante del herbicida). Finalmente, tampoco parece adecuado decir que las tecnologías sean neutrales con respecto a la *cultura* en la que se han de utilizar; piénsese, por ejemplo, en las dificultades con que se han topado, en ocasiones, los intentos de

exportar al llamado *Tercer Mundo* procedimientos de control de la natalidad con éxito en países occidentales.

Así pues, muchas tecnologías no son meros instrumentos para cualesquiera fines, sino que llevan implícitas opciones acerca de objetivos y prioridades; en ocasiones, dejan traslucir opciones morales o políticas.

Langdon Winner ha expresado este carácter no meramente «instrumental» de la tecnociencia al afirmar, utilizando una expresión de L. Wittgenstein, que las tecnologías son *formas de vida*. Las consecuencias sociales de la introducción de nuevas tecnologías van habitualmente, pues, mucho más allá de la introducción de un nuevo artefacto que nos permitiría hacer más eficazmente *lo mismo* que ya hacíamos anteriormente. Con frecuencia, la propia actividad y, con ella, nuestra vida resultan modificadas en aspectos importantes. En efecto, diversas innovaciones modifican nuestra forma de trabajar, de comunicarnos, de interactuar con el medio natural, de comer, de entretenernos, de participar políticamente, de informarnos, de educarnos, de ver la realidad natural y la social; influyen en el reparto del poder político, económico, mili-

tar y cultural entre países y entre distintos colectivos humanos. En este contexto, la pregunta importante es: a medida que diseñamos y hacemos funcionar las cosas ¿qué clase de mundo estamos construyendo?; ¿vamos a promover el desarrollo de las potencialidades humanas deseables o las vamos a obstaculizar? Hasta ahora, las decisiones relativas a procesos y productos tecnológicos están siendo tomadas, en su mayor parte, por unos pocos (políticos, empresarios, científicos y tecnólogos,...), pero las consecuencias de estas decisiones nos afectan severamente a todos; por ello, es necesario plantear la conveniencia de que estas decisiones sean tomadas por el conjunto de la sociedad.



3. La construcción social de la ciencia y la tecnología

En el apartado anterior hemos defendido que no es correcto afirmar ni la bondad ni la maldad intrínseca de *todas* las tecnologías, pero tampoco defender la *neutralidad* de cada una de ellas. Es posible y necesario *evaluar* cada tecnología y sus efectos, sin dejarnos arrastrar por una actitud acríticamente optimista ni pesimista. Además, esa evaluación es imprescindible, dado que, como también hemos señalado en el apartado anterior, los efectos de las tecnologías sobre los individuos y las sociedades son de enorme y creciente importancia.

Aunque podría pensarse que las únicas opciones que les caben a los grupos sociales frente a cada innovación tecnológica son su rechazo o aceptación *tal cual*, en numerosas ocasiones quisiéramos poder disfrutar de las ventajas de una tecnología aunque no nos gusten algunas de sus consecuencias. ¿Ha de reducirse nuestro margen de elección con respecto a las tecnologías a una respuesta del tipo «lo tomas o lo dejas»? ¿Tenemos que optar, por ejemplo, entre sufrir los automóviles tal y como son, con sus efectos ambientales y sociales (como los numerosos accidentes de tráfico), o trasladarnos de un lugar a otro a lomos de caballerías? La situación sería ésa si creyéramos que la evolución de las tecnologías obedece a una especie de lógica puramente interna, de modo que las tecnologías serían lo que son inevitablemente, con independencia de las preferencias sociales (ésta sería la visión *lineal* del cambio tecnológico, emparentada con una visión determinista de las tecnologías) [V. Fig. 14a]. Sin embargo, numerosos estudios contemporáneos ponen de manifiesto que en cada momento de la evolución de una tecnología existen diver-

UNA ILUSTRACIÓN DE LA NO-NEUTRALIDAD DE LA CIENCIA: ELABORACIÓN Y USOS DE LOS TESTS DE INTELIGENCIA

Numerosos psicólogos han defendido la posibilidad de medir la inteligencia mediante unos tests que permitirían establecer el llamado cociente intelectual (C.I.) de un individuo (esto es, el cociente entre su edad mental y su edad cronológica). La pretensión era disponer de un procedimiento objetivo para cuantificar la inteligencia de cualquier persona, con independencia de su cultura, clase social, género, etc. Sin embargo, desde el principio pareció difícil evitar que la elaboración de los tests reflejara el contexto en que eran elaborados. De hecho, los primeros tests de inteligencia recogían principalmente cuestiones comunes a las escuelas norteamericanas de principios de siglo. No es extraño que cuando el psicólogo H.H. Goddard pasó en 1914 un test de inteligencia a los inmigrantes llegados a la Isla de Ellis llegara a la conclusión de que el 79% de los italianos, el 83% de los judíos y el 87% de los rusos eran débiles mentales. Sobre esta base científica, las autoridades de inmigración dispusieron de un eficaz criterio adicional para limitar la entrada de emigrantes europeos en EE.UU. (Cfr. López Cerezo y Luján, 1989)

En la imagen lineal (determinista) del cambio tecnológico, cada innovación sucede necesariamente a las anteriores



Fig. 14a. La imagen lineal

Las posibilidades para su modificación, y que son las opciones de los grupos sociales con capacidad de influencia las que determinan que se impongan finalmente unas u otras [V. Fig. 14b]. Esta constatación tiene una importante consecuencia: si es posible construir socialmente las tecnologías, dentro de ciertos límites, el debate social podría ir más allá del mero juicio acerca de si queremos automóviles, ordenadores o frigoríficos para pasar a discutir *cómo* queremos que sean los automóviles, los ordenadores, los frigoríficos y, en general, las tecnologías, y en qué condiciones estamos dispuestos a (y hasta deseosos de) convivir con ellas.

La imagen arborescente refleja la construcción social de las tecnologías: de la multitud de innovaciones *posibles* en cada momento, solo algunas se aplican (en gris) y un número aún menor (en negro) son finalmente aceptadas, proporcionando el punto de partida para sucesivas innovaciones

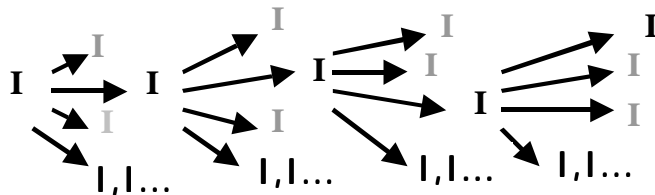


Fig. 14b. Construcción social de las tecnologías

LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LOS ARTEFACTOS: LOS PUENTES SOBRE LOS PASEOS DE LONG ISLAND

Muchos de los puentes sobre los paseos de Long Island, en Nueva York, son extraordinariamente bajos, apenas tres metros de altura. Fueron diseñados y construidos así por Robert Moses, planificador urbano de Nueva York desde 1920 hasta 1970, para desalentar la presencia de autobuses en los paseos. De esta forma, los blancos de clases «alta» y «media acomodada», poseedores de automóviles, podrían utilizar libremente los paseos con sus vehículos; en cambio, la gente pobre y los negros, generalmente obligados a utilizar el transporte público, eran alejados de esos paseos debido a que los autobuses, de cuatro metros de alto, no podían pasar por debajo de dichos puentes. (Cfr. Winner, 1987, 39-40)

Resulta difícilmente discutible el hecho de que las tecnologías son, en alguna medida, una construcción social. El que también lo sea el conocimiento científico, como han defendido diversas escuelas de sociólogos *constructivistas*, es una tesis que ha suscitado bastante más polémica. No vamos a detenernos en este complejo debate teórico, pero sí señalaremos que hay, al menos, un modesto sentido en el que parece poco problemático sostener que también la ciencia es resultado de elecciones sociales. La cuestión resulta tan sencilla como lo siguiente: es de esperar que una comunidad científica acabe sabiendo mucho más acerca de aquellos temas a los que la sociedad asigna muchos investigadores y dinero que acerca de aquellos que reciben menor atención. Así, se da frecuentemente el caso de que se asignan muchos menos fondos a investigar enfermedades con enorme incidencia en países del *Tercer Mundo*, que a enfermedades relativamente minoritarias, pero propias de países ricos. En esas circunstancias, no es sorprendente que se acabe conociendo mejor las segundas y que sus perspectivas de curación aumenten más rápidamente que en el primer caso. Tampoco resulta sorprendente que estén más avanzados los conocimientos sobre energía nuclear que sobre fuentes alternativas, dadas las diferencias entre las cifras invertidas en investigar acerca de cada una de ellas. De este modo, la sociedad (o más bien, los parlamentos y los gobiernos, pero también las grandes empresas y los *lobbies* financieros) influye poderosamente en la construcción de la ciencia al elegir unas prioridades en investigación y desarrollo (I+D), unas prioridades que se concretan en el modo como se asignan los recursos a las distintas líneas de investigación.



4. ¿Quién decide?

La sociedad tiene, pues, una notable influencia sobre la construcción de las tecnologías y también (al menos en el sentido especificado) sobre la construcción del conocimiento científico. [V. Fig. 15]. La importancia de esta afirmación aumenta si recordamos algo señalado más arriba: las importantes consecuencias sociales y ambientales de la tecnociencia contemporánea. Si combinamos las dos tesis llegamos a la siguiente conclusión: los efectos de la tecnociencia sobre la sociedad podrían ser diferentes si la primera fuera construida de forma diferente por la segunda. De ahí la necesidad de que las sociedades contemporáneas:

- a) Estudien las consecuencias de diverso tipo (sobre el medio ambiente, sobre el empleo, sobre la salud y la seguridad, sobre las relaciones económicas y políticas, etc.) que tiene una determinada tecnología.
- b) Conozcan las posibilidades de producir cambios en esas consecuencias mediante la sustitución de una tecnología por otra alternativa o mediante la introducción de modificaciones en el diseño de aquélla.
- c) Evalúen a la luz de lo anterior cada nueva tecnología e influyan democráticamente en su diseño, de forma que se maximicen las consecuencias benignas y se minimicen las indeseables.

PRIORIDADES EN INVESTIGACIÓN SOBRE FUENTES DE ENERGÍA

Según la OCDE, en el decenio 1981-1990, los presupuestos de investigación en energía de todos los países miembros de la Agencia Internacional de la Energía se distribuyeron del modo siguiente:

- Un 9,5% para energía solar
- Un 7% para ahorro energético
- Un 16,8% para combustibles fósiles
- Un 66,5% para energía nuclear.

(Sempere y Riechmann, 2000, 44)

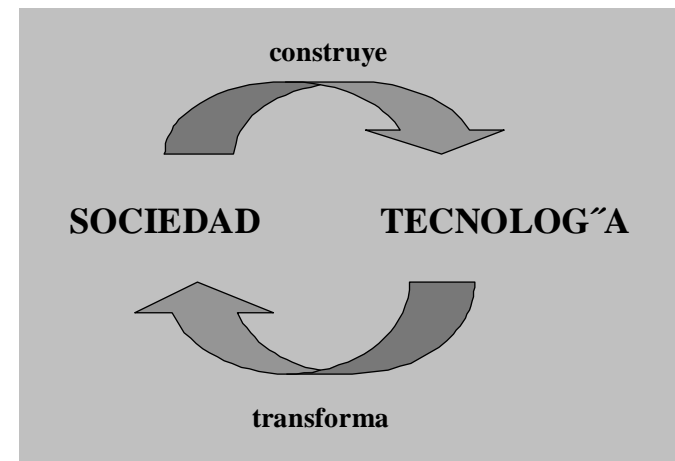


Fig. 15. Interacción entre Tecnología y Sociedad

Ahora bien: ¿qué tipo de consecuencias del proceso científico-tecnológico deben considerarse aceptables y cuáles deben rechazarse? Si bien es verdad que las respuestas a esta pregunta pueden variar legítimamente de unos grupos sociales a otros, y hasta de individuo a individuo, creemos razonable limitar el abanico de las respuestas posibles con una restricción flexible pero importante: nuestro criterio es que deben promoverse aquellos diseños tecnológicos que favorezcan la paz en el amplio sentido introducido al principio (esto es, que favorezcan la satisfacción de las necesidades humanas con criterios de equidad, universalidad y sostenibilidad ambiental) y que debe impedirse la asignación de recursos al desarrollo de tecnologías que, de una forma u otra, contribuyan a la extensión de la violencia en sus distintas formas. Este criterio no es exclusivo; por ejemplo, podemos considerar legítimas líneas de investigación científica que busquen la profundización del conocimiento por el conocimiento en campos sin aparente conexión con la satisfacción de necesidades, a condición de que tampoco tengamos constancia de su conexión con la generación de violencia. Pero en muchos casos, especialmente en lo que respecta a la ciencia más aplicada y al desarrollo de nuevas tecnologías, el criterio de promover la paz y reducir la violencia proporciona, creemos, un principio normativo que, aunque flexible y bastante genérico, impone serias restricciones a lo admisible en la política científico-tecnológica.

DOS DATOS SOBRE PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

* Según la OMS (1999), sólo el 10% privilegiado de la población mundial se beneficia del 90% de los 60.000 millones de dólares que al año se gastan en investigación sanitaria pública y privada.

* Las enfermedades tropicales son las responsables de 17 millones de muertes al año (32% del total de defunciones) pero la industria farmacéutica sólo destina el 1% de las medicinas que produce a tales enfermedades. (Sempere y Riechmann, 2000, 210)

A modo de ilustración de cómo puede operar este principio normativo, consideremos los criterios utilizados por el Estado Español en la asignación de fondos para investigación en los Presupuestos Generales. [V. XI. *Ciencia, tecnología y militarismo*]. Utilizando el criterio de la promoción de la paz para enjuiciar *grosso modo* la política española de I+D, habremos de concluir que ésta debería modificarse, al incluir una partida desproporcionada para la investigación con fines militares. Ahora bien, resultaría demasiado estrecho censurar esos presupuestos en la medida en que a través de ellos puede favorecerse la violencia *directa*. Sin restar importancia a este hecho, la concepción amplia de la paz que mantenemos nos lleva a reparar en otras dos razones más para considerar insatisfactorio ese peculiar reparto de los recursos. Por un lado, dado que los recursos disponibles son limitados, el que el Estado destine tan elevadas cantidades a la investigación militar significa una reducción de los fondos disponibles para I+D favorecedora de paz (p.ej.: investigación para mejorar la eficacia en el uso de fuentes renovables de energía; investigación para la mejora de vacunas eficaces contra enfermedades como la malaria, etc.) o para otros fines relacionados con una cultura de paz (creación de bibliotecas, formación ocupacional, mejora de la calidad de la enseñanza, etc.). De esta forma, los presupuestos para I+D se convertirían en una fuente de violencia *estructural*. Por otro lado, otra crítica que provoca el estudio de la Cátedra UNESCO sobre paz y derechos humanos de la Universidad Autónoma de Barcelona y la *Fundació per la Pau* tiene que ver con la llamada violencia *cultural*, pues uno de los aspectos más llamativos del informe es la dificultad que para el ciudadano medio tendría *averiguar* cuáles son las cifras efectiva-

mente asignadas en los presupuestos a I+D militar. Esas cifras no aparecen consignadas como tales en ningún lugar de los presupuestos. Sólo es fácilmente identificable el presupuesto para I+D del Ministerio de Defensa; sin embargo el Ministerio que más invierte en investigación militar es del de Industria. Es necesaria una labor «detectivesca» como la emprendida por la Cátedra UNESCO y la *Fundació per la Pau* para hacerse una idea del gasto español en I+D militar. Pues bien, cuando los ciudadanos no tienen un acceso fácil a una información que, sin duda, les concierne y cuando apenas se les permite pronunciarse ni influir sobre las prioridades en la asignación de recursos para la investigación, cuando apenas hay consciencia de estas temáticas, podemos hablar de un importante déficit democrático y de una forma preocupante de violencia.

No basta, pues, con constatar que la configuración de la tecnociencia es, en buena medida, resultado de decisiones sociales. El siguiente paso es preguntarnos *quién* y *cómo* toma esas decisiones. Un análisis superficial pone de manifiesto que, con mucha frecuencia, decisiones en materia de ciencia y tecnología con importantes consecuencias sociales son tomadas por minorías económicas y políticas sin el suficiente conocimiento ni control de los ciudadanos potencialmente afectados por esas decisiones. Incluso los ciudadanos de los estados más ricos y de las democracias más avanzadas tienen hoy día escasa capacidad de influencia sobre las decisiones relativas a la política científico-tecnológica de sus respectivos países. La situación es aún más grave si pensamos en esa gran mayoría de ciudadanos que habitan aquellos países que importan la tecnología de los países *desarrollados*. En este terreno, pues, como en tantos otros, se impone la necesidad de una *profundización y globalización de la democracia*, entendidas, respectivamente, en el sentido de la ampliación de los ámbitos sujetos a procesos democráticos en la toma de decisiones y en el de su generalización a escala mundial. En efecto, sólo una democracia ampliamente participativa a escala planetaria (que exigiría, entre otras cosas, una reforma radical de la ONU) podría evitar que las decisiones (en algunos casos, *errores*) de unos pocos acaben pagándolos muchos y que las actuales desigualdades entre países en lo tocante a capacidad científico-tecnológica continúen acentuando la desigualdad económica entre ellos.

Ahora bien: ¿cómo podemos avanzar hacia esa profundización de la participación democrática en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología? Esa participación democrática debería mejorarse en, al menos, dos aspectos: en la implicación de los ciudadanos en el establecimiento de las *prioridades* de la

investigación científico-tecnológica y en su influencia en el diseño de tecnologías que respondan a esas prioridades socialmente deseables. No obstante, creemos que hay un aspecto previo a los anteriores que conviene destacar y es la necesidad de un cambio en la forma de tratar los riesgos asociados al proceso científico-técnico, sin el cual perderían gran parte de su sentido los avances obtenidos en los dos ámbitos referidos. Este cambio tiene que ver con la conveniencia de conceder un papel central al denominado *principio de precaución*.

Los procesos democráticos en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología son un elemento clave. Son necesarias instituciones que permitan a los ciudadanos participar tanto en la recogida de la información en la que basar las decisiones como en las propias decisiones. Hay que garantizar que se pueda conocer suficiente y adecuadamente pero, también, que se pueda participar, realmente, en la toma de decisiones.

PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

La idea central del principio de precaución es que «más vale prevenir que curar». Ante procesos cuyas consecuencias para el medio ambiente y los seres humanos puedan ser graves, mejor sería tratar de evitar que se produzcan dichas consecuencias que intervenir, a posteriori, una vez que las mismas se han desencadenado; sobre todo, si estamos ante consecuencias indeseables de gran magnitud e irreversibles. Incluso si no existe una prueba concluyente del daño posible; basta con que exista incertidumbre científica con respecto a las posibles consecuencias de una tecnología.

Este principio constituye un cambio con respecto al enfoque dominante en la toma de decisiones sobre riesgos del proceso científico-técnico. En vez de dar por supuesto que una sustancia o actividad es segura mientras no se demuestre que es peligrosa, se atribuye la responsabilidad de la demostración de la seguridad o inocuidad, así como de la necesidad de la innovación y de la inexistencia de alternativas, a aquéllos que pretendan llevar a cabo actividades potencialmente perjudiciales.

La aplicación del principio proporciona más tiempo para pensar lo que hacemos y evaluar sus posibles consecuencias. Sin una ralentización del desarrollo tecnológico parece muy difícil la reflexión sobre el papel de la tecnociencia en un orden social más deseable y la participación en la configuración del mismo. (Cfr. Sempere y Riechmann, 2000, 320-324)

Una propuesta que pretende hacer posible esa participación es la denominada «Evaluación Constructiva de Tecnologías» (ECT), desarrollada fundamentalmente en los Países Bajos y Dinamarca a partir de mediados de la década de los 80.

La ECT intenta crear nuevos modos de diseñar tecnologías, de forma que las consecuencias sociales y ambientales de las mismas sean exploradas y anticipadas, a través de la participación de los diferentes grupos sociales afectados (usuarios, empresarios, políticos, etc.) lo más tempranamente posible y que ello pueda realimentar el propio proceso de diseño tecnológico para dar lugar a tecnologías mejores desde el punto de vista social.

Se han propuesto diversos modelos de participación democrática en la toma de decisiones, algunos de los cuales se han utilizado en las experiencias de ECT. Entre ellos, vamos a presentar, brevemente, tres:

1. *Conferencias de consenso.* Un grupo de ciudadanos, no especialistas, elige un grupo de apoyo (científicos, políticos, empresarios, representantes de movimientos sociales, etc.) que les proporcionará información sobre el tema debatido y responderán a las preguntas que aquéllos les formulen. Al final, el grupo de ciudadanos emitirá un informe detallado y realizará recomendaciones sobre la tecnología o cuestión considerada. Generalmente, dicho informe recibe amplia difusión y por tanto, será un elemento a tener en cuenta en el debate público sobre la temática en cuestión. Se han celebrado varias en diversos países. En Noruega, la conferencia que se celebró sobre ingeniería genética condujo a que el gobierno prohibiese la producción agrícola genéticamente modificada.
2. *Talleres de escenarios.* En éstos los representantes de distintos intereses reflexionan sobre los mejores medios de alcanzar determinados objetivos, generalmente de gran envergadura, como, por ejemplo, la sostenibilidad en un ámbito determinado.
3. *Talleres de ciencias.* Los talleres de ciencias (o «tiendas de ciencias») son centros independientes basados, generalmente, en universidades o en otras instituciones sin ánimo de lucro, que intentan responder a las demandas de asesoramiento científico y tecnológico formuladas por la comunidad donde están radicadas. Estas demandas, a veces, suponen realizar investigación específica que responde a los intereses de dicha comunidad. En Estados Unidos, estas iniciativas se denominan «Investigación basada en la comunidad», *Community Based Research*.

5. Información y formación de los ciudadanos

Las iniciativas de participación democrática en la evaluación y la política pública sobre ciencia y tecnología se enfrentan habitualmente a una objeción: los ciudadanos, se dice, no están preparados para asumir esas decisiones. Ahora bien, con esto se pueden querer decir dos cosas diferentes: o bien que no lo están ni pueden estarlo, porque la comprensión de estas cuestiones sólo estaría al alcance de unas élites intelectuales, o bien que les falta la formación necesaria. Si todo lo que se quiere decir es esto segundo, podemos dar hasta cierto punto la razón a los críticos de la democratización del proceso científico-tecnológico, pero para añadir enseguida que la moraleja que debe extraerse, en ese caso, no es la imposibilidad de que los ciudadanos participen en la evaluación de la tecnología, sino la necesidad de su formación.

Pero en este punto surge un segundo debate acerca de cómo debe entenderse esa formación de los ciudadanos. A menudo se habla de *alfabetización* científica, que se identifica con la adquisición de los conocimientos científicos

EDUCACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Dentro del contexto de una mayor participación ciudadana en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología, un paso positivo, aunque insuficiente, es la creación de la asignatura Ciencia, tecnología y sociedad del nuevo Bachillerato, algunos de cuyos objetivos son los siguientes:

- *Comprender la influencia de la ciencia y de la técnica en la evolución de las sociedades, así como los condicionamientos históricos y sociales en la creación científica y tecnológica.*
- *Analizar y valorar las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica y tecnológica.*
- *Adquirir una mayor conciencia de los problemas ligados al desarrollo desigual de los pueblos de todo el mundo y adoptar una actitud responsable y solidaria con ellos.*
- *Analizar y evaluar críticamente la correspondencia entre las necesidades sociales y el desarrollo científico y técnico, valorando la información y participación ciudadanas como forma de ejercer un control democrático del mismo.*

(BOE de 29 de Enero de 1993)

necesarios para no *alarmarse* innecesariamente ante lo desconocido. Ahora bien, esa *alfabetización* puede ser, en un sentido, excesivamente exigente y, en otro, claramente insuficiente. Puede ser demasiado exigente si lo que se espera es que los ciudadanos tengan que adquirir un nivel de conocimientos cercano al de los expertos para poder opinar en un proceso de evaluación de tecnologías. Sin embargo, no es necesario que los legos se conviertan en expertos para saber cuáles son sus propios intereses y prioridades, para percatarse de la existencia de discrepancias y dudas entre los expertos o para entender lo razonable de aplicar el *principio de precaución* cuando no se sabe con seguridad si de la utilización de una tecnología se seguirán unas determinadas consecuencias indeseables (aunque sí que, de seguirse, éstas serían graves).

EL PAPEL DE LOS CIENTÍFICOS Y DE LOS TECNÓLOGOS

Un aspecto importante es el papel que pueden jugar los científicos y los tecnólogos con compromiso social. Algunos de éstos se agrupan en organizaciones como la Red Internacional de Ingenieros y Científicos para la Responsabilidad Global (INES, International Network of Engineers and Scientists for Global Responsibility), la Unión de Científicos Comprometidos (UCS, Union of Concerned Scientists) o el Movimiento Pugwash. Entre los objetivos de estos grupos están promover un comportamiento más responsable socialmente entre científicos y tecnólogos, llamar la atención sobre conflictos sociales en los que están implicadas las ciencias y las tecnologías y promover unas ciencias y tecnologías que contribuyan a la construcción de sociedades más justas, más sostenibles ambientalmente, más pacíficas, en suma más deseables.

Pero, por otro lado, esa «alfabetización» de los ciudadanos resulta insuficiente, pues no les capacita para participar como agentes maduros en la construcción social de la ciencia y la tecnología. Una formación de los ciudadanos que les permita intervenir en el proceso científico-tecnológico debe incluir, ciertamente, información «técnica», suficiente como para comprender las problemáticas a debate. Pero también debe incluir información acerca de sus posibilidades para influir en el proceso científico-tecnológico, acerca de la gravedad potencial de las consecuencias de decisiones equivocadas, acerca de sus derechos como consumidores y usuarios de las tecnologías (p. ej., de su

derecho a ser informados de las propiedades y riesgos de cada artículo de consumo mediante un etiquetado exhaustivo), acerca de aquellas desigualdades entre los seres humanos y aquellos riesgos ambientales que pueden acrecentarse con una mala gestión social de las tecnologías. Evidentemente, esa participación podría facilitarse más y fundamentarse mejor si la formación de los científicos y tecnólogos incluyera el análisis de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

La construcción social democrática de la tecnociencia es una de las tareas, aunque una tarea cada vez más importante, en la configuración de un mundo más justo y más solidario, de un desarrollo más sostenible, de unas sociedades más democráticas; es requisito imprescindible para la satisfacción universal de las necesidades humanas básicas y para la realización efectiva de los derechos humanos. De ahí que quienes estén comprometidos con estos objetivos (que pueden resumirse en el objetivo de la *creación de condiciones de paz*) no pueden dejar de prestar atención a las formas de participación social en la configuración del proceso científico-tecnológico, a los modos de fomentarla y a la preparación de los ciudadanos para dicha participación. [V. XVII. *Futuro, Seguridad y Paz*]

Bibliografía recomendada

- COMMONER, B. (1992) *En paz con el planeta*, Barcelona.
- GONZALEZ GARCIA, M.I. et al. (1996) *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid.
- LÓPEZ CERREZO, J.A., y LUJÁN LÓPEZ, J.L. (1989) *El artefacto de la inteligencia*. Barcelona.
- RIECHMANN, J. (2000) *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnociencia*. Madrid.
- RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F.J., MEDINA DOMÉNECH, R.M. y SÁNCHEZ CAZORLA, J.A. (Eds.) (1997) *Ciencia, tecnología y sociedad: Contribuciones para una cultura de la paz*. Granada.
- SANMARTIN, J. et al. (Eds.) (1992) *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona.
- SEMPERE, J. y RIECHMANN, J. (2000) *Sociología y medio ambiente* Madrid.
- TEZANOS TORTAJADA, J.F. y LÓPEZ PELÁEZ, A.. (Eds.) (1997) *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid.
- TICKNER, J. (2000) «Un mapa hacia la toma de decisiones precautoria», en

- RIECHMANN, Jorge y Tickner, Joel (coords.) *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona, pp. 41-82.
- WINNER, L. (1987) *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*. Barcelona.

Direcciones de interés

- www.inesglobal.org (Red Internacional de Ingenieros y Científicos para la Responsabilidad Global)
- www.tu-darmstadt.de/ze/ianus/inesap (Grupo contra la proliferación de las armas nucleares, INESAP)
- www.math.yorku.ca/sfp (Science for Peace. Organización canadiense miembro de INES)
- www.pugwash.org (Movimiento PUGWASH)
- www.healthnet.org/IPPNW/IPPNW.html (Médicos para la prevención de la guerra nuclear)
- www.noalainvestigacionmilitar.org (Campaña de objeción científica a la I+D militar)
- www.loka.org (Instituto Loka)
- www.ucsusa.org (Unión de Científicos Comprometidos (UCS, Union of Concerned Scientists))