

Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual

Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual

Eduardo Marino García Palacios
Juan Carlos González Galbarte
José Antonio López Cerezo
José Luis Luján
Mariano Martín Gordillo
Carlos Osorio
Célida Valdés



Organización
de Estados
Iberoamericanos

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura



Organización
de Estados
Iberoamericanos

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

Cua
de Ibe

Secretario General
Francisco Piñón

Secretaria General Adjunta
María del Rosario Fernández Santamaría

Director General de Programación
Hugo Camacho

Director General de Recursos para la Cooperación
Carlos H. Gómez

Director de la Comisión Permanente de Planificación
Daniel González

Coordinador del programa
“Ciencia, tecnología, sociedad e innovación”
Juan Carlos Toscano

© Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001
Bravo Murillo, 38
28015 Madrid
España

Correo electrónico: oeimad@oei.es
<http://www.oei.es/>

Diseño
Bravo Lofish

Imprime
FotoJAE, S. A.
Ferraz, 82
28008 Madrid

ISBN: 84-7666-119-3
Depósito Legal: M. 12.047-2001

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático,
ni la transmisión de ninguna parte o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia,
por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito del titular del copyright.

La OEI no se responsabiliza de las opiniones expresadas en este volumen ni comparte necesariamente
las ideas manifestadas en el mismo.

Este libro ha sido impreso en papel reciclado al 100% 

Índice

Presentación	7
1. ¿Qué es la Ciencia?	11
1.1 Introducción	11
1.2 Concepción heredada de la ciencia	12
1.3 La dinámica de la ciencia	19
1.4 Nuevos enfoques sobre la ciencia: transciencia y ciencia reguladora	23
1.5 Conclusión	29
1.6 Bibliografía	30
2. ¿Qué es la Tecnología?	33
2.1 Introducción	33
2.2 Técnica y naturaleza humana	34
2.3 El significado de la tecnología	37
2.4 Precisiones sobre la tecnología	41
2.5 Filosofía de la tecnología	47
2.6 Evaluación de tecnologías	61
2.7 Apuntes sobre el movimiento ludita	69
2.8 Conclusión	74
2.9 Bibliografía	75
3. ¿Qué es la Sociedad?	79
3.1 Introducción	79
3.2 Aproximación al concepto de sociedad	80
3.3 Sociedades y desarrollo tecnocientífico: tipologías	89
3.4 El cambio social: algunas interpretaciones	101
3.5 La articulación democrática de lo social como condición para la participación activa en las decisiones tecnocientíficas	109

■ ÍNDICE

3.6 Conclusión	114
3.7 Bibliografía	115
4. ¿Qué es Ciencia, Tecnología y Sociedad?	119
4.1. Introducción	119
4.2. La imagen tradicional de la ciencia y la tecnología	120
4.3. Los estudios CTS	125
4.4. Ciencia, tecnología y reflexión ética	140
4.5. La educación en CTS	144
4.6. Conclusión	150
4.7. Bibliografía	151
Glosario	157

Presentación

Pocos conceptos evocan con tanta claridad las incertidumbres de la condición humana en este cambio de milenio como los de ciencia, tecnología y sociedad. La producción de conocimientos ha tenido en las últimas décadas una aceleración de tal magnitud que para caracterizar a la ciencia es menos significativa su larga trayectoria de siglos que el lugar privilegiado que ocupa en el presente y las incertidumbres que suscita al pensar en el futuro. Por su parte, la tecnología ha sido siempre elemento definitorio de lo humano, incluso mucho más que el propio conocimiento científico, al identificarse los albores de lo técnico con el propio origen de lo humano. Sin embargo, en este cambio de siglo el protagonismo de la tecnología en la definición de las condiciones de la vida humana parece haber alcanzado aquella esencial ilimitación que pronosticaba Ortega en su célebre *Meditación de la Técnica*. Asimismo, el propio concepto de sociedad sólo puede ser cabalmente definido cuando se contextualiza en el marco de los cambios tecnocientíficos del presente. Fenómenos como la globalización, la nueva economía, la sociedad del riesgo o la propia relación de la humanidad con el entorno natural sólo se entienden cuando se ponen en relación con las actuales condiciones del proceso tecnocientífico y los marcos de poderes, intereses y valores en los que se desarrolla.

Por ello, los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (habitualmente identificados por el acrónimo CTS) no son sólo relevantes desde los ámbitos académicos en los que tradicionalmente se han desarrollado las investigaciones históricas o filosóficas sobre la ciencia y la tecnología. Al enmarcar el proceso tecnocientífico en el contexto social, y defender la necesidad de la participación democrática en la orientación de su desarrollo, los estudios CTS adquieren una relevancia pública de primera magnitud. Hoy las cuestiones relativas a la ciencia, la tecnología y su importancia en la definición de las condiciones de la vida humana desbordan el ámbito académico para convertirse en centro de atención e interés del conjunto de la sociedad.

Noticias espectaculares relacionadas con las biotecnologías o las tecnologías de la comunicación suscitan el interés público y abren debates sociales

que desbordan la tradicional consideración de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Antes la ciencia era considerada como el modo de desentrañar los aspectos esenciales de la realidad, de desvelar las leyes que la gobiernan en cada parcela del mundo natural o del mundo social. Con el conocimiento de esas leyes se haría posible la transformación de la realidad con el concurso de los procedimientos de las tecnologías, que no serían otra cosa que ciencias aplicadas a la producción de artefactos. En esta consideración clásica, la ciencia y la tecnología estarían alejadas de intereses, opiniones o valores sociales, quedando sus resultados al servicio de la sociedad para que ésta decidiera qué hacer con ellos. Salvo interferencias ajenas, la ciencia y la tecnología promoverían, por tanto, el bienestar social al desarrollar los instrumentos cognoscitivos y prácticos para propiciar una vida humana siempre mejor. Sin embargo, hoy sabemos que esta consideración lineal de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad es excesivamente ingenua. Las fronteras precisas entre esos tres conceptos se difuminan a poco que se analizan con detalle y se contextualizan en el presente.

Ciencia, tecnología y sociedad configuran una triada conceptual más compleja que una simple serie sucesiva. En primer lugar, la escisión entre conocimientos científicos y artefactos tecnológicos no es muy adecuada, ya que en la propia configuración de aquéllos es necesario contar con éstos. El conocimiento científico de la realidad y su transformación tecnológica no son procesos independientes y sucesivos, sino que se hallan entrelazados en una trama en la que constantemente se anudan teorías y datos empíricos con procedimientos técnicos y artefactos. Pero, por otra parte, ese tejido tecnocientífico no existe al margen del propio contexto social en el que los conocimientos y los artefactos resultan relevantes y adquieren valor. La trama tecnocientífica se desarrolla anudándose en la urdimbre de una sociedad en la que la ciencia y la tecnología juegan un papel decisivo en su propia configuración. Por tanto, el entretejimiento entre ciencia, tecnología y sociedad obliga a analizar sus relaciones recíprocas con más detenimiento del que implicaría la ingenua aplicación de la clásica relación lineal entre ellas.

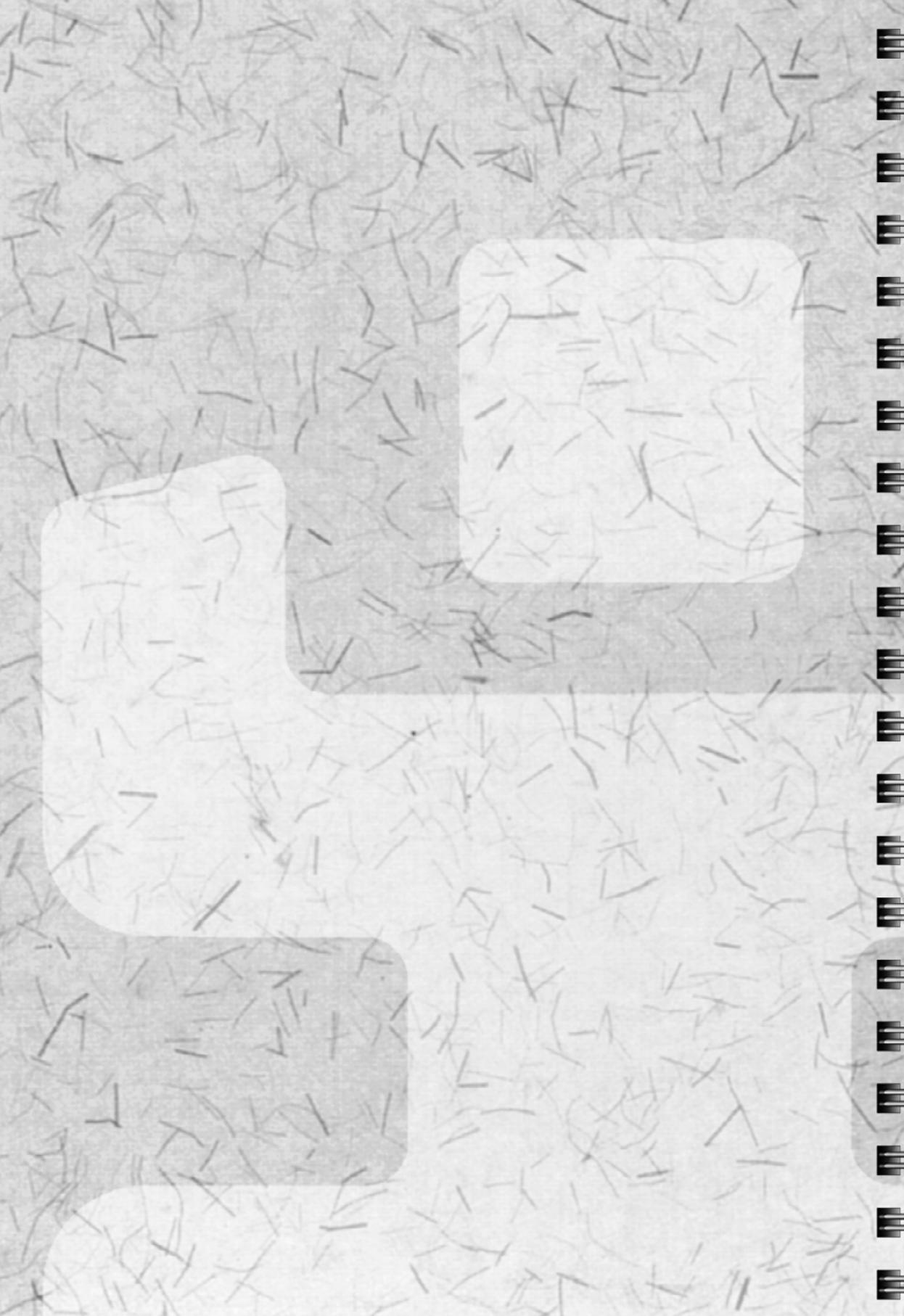
Los capítulos de este libro pretenden esa dilucidación conceptual que permite una aproximación crítica y plural a las relaciones entre esos tres conceptos. Se ha optado por hacer un tratamiento sustantivo de cada uno de ellos, intentando responder sucesivamente a la pregunta por su definición en los tres primeros capítulos (*¿qué es la ciencia?, ¿qué es la tecnología?, ¿qué es la sociedad?*). A pesar de que se ha optado por mantener una presentación separada y en el orden clásico de cada uno de esos tres conceptos, a lo largo de los capítulos correspondientes se van poniendo de manifiesto sus relaciones recíprocas. De algún modo, en cada uno de los tres primeros capítulos se realiza un análisis separado de los hilos que van tejiendo el entramado de relaciones CTS, que se abordarán directamente en el cuarto capítulo (*¿qué es ciencia, tecnología y sociedad?*). En él se

plantean esas cuestiones relativas a la interacción entre esos tres conceptos que se habrán ido suscitando en los anteriores, a la par que se ofrece un panorama general sobre el significado y los temas propios de la llamada perspectiva CTS.

En las páginas que siguen se pretende aportar una visión general sobre el estado de la cuestión en relación con los tres conceptos que dan título a esta obra. Sin embargo, el tratamiento de cada uno de tales conceptos no pretende reducirse a una introducción filosófica o histórica de la ciencia y la tecnología o a los tópicos de la sociología. El criterio de selección de los temas que se tratan en cada uno de los tres primeros capítulos es el de su relevancia para la adecuada comprensión de las relaciones recíprocas entre esos tres conceptos. Son, por tanto, tres miradas sucesivas a la ciencia, la tecnología y la sociedad desde la perspectiva de los propios estudios CTS, es decir, adoptando un enfoque crítico e interdisciplinar. Entre los aspectos más relevantes que aparecen reiteradamente en los cuatro capítulos está la dimensión educativa de las cuestiones tecnocientíficas. La importancia de una alfabetización tecnocientífica como condición necesaria para hacer posible la participación pública en esos temas aparece en diversos lugares. En cierto modo, la educación de la ciudadanía sería el bastidor imprescindible para hacer posible la democratización de las decisiones socialmente relevantes en relación con el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Esa relevancia de la dimensión educativa está presente también en la propia organización de cada capítulo, en la que se combina el desarrollo del texto principal con otros de ampliación y se introduce una selección de lecturas complementarias. También se incluye al final del libro un breve glosario. Se pretende, así, potenciar la utilidad de este libro para los diversos públicos que puedan tener interés en estos temas y, singularmente, del profesorado que pueda y quiera participar en los procesos de alfabetización tecnocientífica que faciliten a la ciudadanía las capacidades para la participación democrática en las cuestiones sobre desarrollo y control público de la ciencia y la tecnología. Con ese fin, la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) ha impulsado la preparación de diversos materiales de fundamentación teórica y desarrollo didáctico para la educación en CTS. Dichos materiales forman parte de un curso virtual sobre CTS para cuya documentación será también utilizada esta publicación.

Promover la cooperación iberoamericana en el ámbito de la educación CTS es un propósito propio de la programación de actividades de la OEI en la que se enmarca este libro. El deseo de contribuir de algún modo a tal propósito es lo que ha animado a sus autores, deseo que esperan compartir con los lectores.



1 ¿Qué es la Ciencia?

1.1 Introducción

Es difícil exagerar la importancia de la ciencia en el mundo actual. Sin embargo, para muchas personas la ciencia es algo todavía lejano y un tanto difuso, que suele identificarse con descubrimientos científicos notables, o bien con nombres de científicos destacados.

La percepción pública de la ciencia y la tecnología es, además, un poco ambivalente. La proliferación de mensajes contrapuestos de tipo optimista y catastrofista en torno al papel de estos saberes en las sociedades actuales, ha llevado a que muchas personas no tengan muy claro qué es la ciencia y cuál es su papel en la sociedad. A ello se suma un estilo de política pública sobre la ciencia incapaz de crear cauces participativos que contribuyan al debate abierto sobre estos asuntos, y en general a favorecer su apropiación por parte de las comunidades.

En lo que sigue se pretenden establecer algunas consideraciones acerca de lo que permite identificar a la ciencia: aquello que los aportes de la investigación filosófica, histórica y sociológica sobre la ciencia resaltan como significativo con relación a un conjunto de aspectos vinculados con el método científico; el proceso de desarrollo y cambio de la ciencia; la articulación entre experimentación, observación y teoría.

Cabe señalar que la elección de los temas de ningún modo pretende definir la ciencia u ofrecer una revisión exhaustiva del modo en que numerosos pensadores se han referido a ella. Se ha preferido limitar el análisis a aquellos aspectos que hagan posible una comprensión social del conocimiento científico contemporáneo, y, de manera especial, su articulación con el plano educativo bajo la concepción CTS.

1.2 Concepción heredada de la ciencia

El vocablo “ciencia” se deriva del latín *scientia*, sustantivo etimológicamente equivalente a “saber”, “conocimiento”. Sin embargo, hay saberes que nadie calificaría como científicos, lo que permite preguntarnos: ¿Qué diferencia a la ciencia del resto de saberes y en general de la cultura? ¿Cuáles son sus rasgos distintivos? ¿Por qué se puede decir que la ciencia es ante todo un tipo de saber que se produce, regula, comunica y aprende de una forma tal que se diferencia de los demás saberes y formas del conocimiento?

¿De dónde proviene la ciencia? Es una cuestión que ha enfrentado a diferentes historiadores y científicos. En la mayoría de los casos, Grecia es considerada como la cuna de la ciencia pura y de la demostración. Pero muchos saberes científicos parecen haber tenido un origen más plural, tal como ocurre con la astronomía, la medicina y las matemáticas. En particular, las matemáticas nos pueden dar una idea importante sobre el carácter social y múltiple del origen del conocimiento científico. Según Ritter (1989), no hay ninguna “necesidad interna” en la manera en que se resuelve un problema matemático dado. Las técnicas de resolución están ligadas a la cultura en la que nacen y culturas diferentes resolverán el “mismo” problema por caminos diferentes, aunque los resultados finales puedan ser, por supuesto, similares. Esta diversidad de orígenes coincide con el análisis histórico de la construcción de tablas de cálculo matemático en Egipto y Mesopotamia.

De acuerdo con la concepción tradicional o “concepción heredada” de la ciencia, ésta es vista como una empresa autónoma, objetiva, neutral y basada en la aplicación de un código de racionalidad ajeno a cualquier tipo de interferencia externa. La herramienta intelectual responsable de productos científicos, como la genética de poblaciones o la teoría cinética de los gases, es el llamado “método científico”. Este consiste en un algoritmo o procedimiento reglamentado para evaluar la aceptabilidad de enunciados generales sobre la base de su apoyo empírico y, adicionalmente, su consistencia con la teoría de la que deben formar parte. Una particular cualificación de la ecuación “lógica + experiencia” debía proporcionar la estructura final del llamado “método científico”, respaldando una forma de conocimiento objetivo sólo restringido por unas virtudes cognitivas que le garanticen coherencia, continuidad y una particular hipoteca sobre el mundo de la experiencia.

El desarrollo científico es concebido de este modo como un proceso regulado por un rígido código de racionalidad autónomo respecto a condicionan-

tes externos (condicionantes sociales, políticos, psicológicos...). En situaciones de incertidumbre, por ejemplo ante la alternativa de dos desarrollos teóricos igualmente aceptables en un momento dado (sobre la base de la evidencia empírica), tal autonomía era preservada apelando a algún criterio metacientífico igualmente objetivo. Virtudes cognitivas casi siempre invocadas en tales casos son las de la simplicidad, el poder predictivo, la fertilidad teórica o el poder explicativo.

Dentro de la tradición del empirismo clásico, casos de F. Bacon y J. S. Mill, el método científico era entendido básicamente como un método inductivo para el descubrimiento de leyes o fenómenos. Se trataba, por tanto, de un procedimiento o algoritmo para la inducción genética, es decir, de un conjunto de reglas que ordenaban el proceso de la inferencia inductiva y legitimaban sus resultados. El método permitiría construir enunciados generales hipotéticos acerca de esta evidencia empírica, a partir de un conjunto limitado de evidencia empírica constituida por enunciados particulares de observación.

Bacon es considerado la figura capital del Renacimiento en Inglaterra. Fue un pensador que se opuso conscientemente al aristotelismo, y no estuvo a favor del platonismo o de la teosofía, sino en nombre del progreso científico y técnico al servicio del hombre. El valor y la justificación del conocimiento, según Bacon, consisten sobre todo en su aplicación y utilidad práctica; su verdadera función es extender el dominio de la raza humana, el reino del hombre sobre la naturaleza. En el *Novum Organum*, Bacon llama la atención sobre los efectos prácticos de la invención de la imprenta, de la pólvora y de la brújula, que “han cambiado la faz de las cosas y el estado del mundo; la primera, en la literatura; la segunda, en la guerra; y la tercera, en la navegación”. Bacon adivinó de un modo notable el progreso técnico que se acercaba, un progreso que él confiaba que había de servir al hombre y a la cultura humana (Copleston, 1971).

El testimonio adverso, para esta noción de ciencia que descansa sobre un método de carácter inductivo, será aportado por la propia historia de la ciencia. En principio, la historia muestra que numerosas ideas científicas surgen por múltiples causas, algunas de ellas vinculadas a la inspiración, al azar bajo contextos internos a las teorías, a los condicionamientos socioeconómicos de una sociedad, sin seguir en todo caso un procedimiento reglamentado. Este primer rechazo al empirismo clásico constituye la base del llamado “giro lógico” (en expresión de T. Nickles) que se produce durante el pasado siglo. Con dicho giro, impulsado por autores como J. Herschel y W.S. Jevons, el método científico pasa a ser entendido como un procedimiento de justificación *post hoc* y no de génesis o descubrimiento. Tal procedimiento de justificación consiste en aplicar el método hipotético-deductivo (H-D) para el desarrollo de la ciencia, en donde el apoyo de la experiencia a las hipótesis generales sigue siendo de carácter inductivo, pero se trata de una inducción *ex post* o inducción confirmatoria. En otras pala-

bras, el método consistiría en un apoyo que reciben de manera indirecta las hipótesis a partir de la constatación de la experiencia, sobre la base de las implicaciones contrastadoras que se derivan deductivamente de esas hipótesis.

Con este nuevo esquema de método científico, más acorde con la historia de la ciencia, se originan a lo largo del siglo XX diversos criterios de aceptabilidad de ideas en ciencia, presentados habitualmente como criterios de científicidad. Estos criterios tratan en general de operativizar el método H-D, haciendo de éste no sólo un instrumento de demarcación para la ciencia, sino también una herramienta para el trabajo histórico que lleva a la reconstrucción de la razón científica. Entre dichos criterios destaca el de verificabilidad de enunciados, defendido en los primeros tiempos del Empirismo Lógico o Positivismo Lógico, y posteriormente el de la llamada exigencia de confirmabilidad creciente (e.g. Carnap). Otro criterio es el conocido como *falsabilidad* de hipótesis o teorías, propuesto por K. Popper, así como la extensión que de él hace I. Lakatos en su metodología de programas de investigación.

Para Popper una hipótesis o teoría es científica si es falsable... De este modo hace de la falsación el elemento evaluativo crítico, sustituyendo el interés filosófico tradicional centrado en la confirmación por el nuevo estudio de la corroboración, que no resulta de la confirmación de la acumulación de instancias positivas de una hipótesis, sino de haber sobrevivido con éxito a numerosos y diversos intentos audaces de falsación (López Cerezo, Sanmartín y González, 1994).

Todos estos intentos de capturar en un método o estrategia lo característico de la ciencia comparten, a pesar de sus diferencias, un cierto núcleo común: identificar la ciencia como una peculiar combinación de razonamiento deductivo e inferencia inductiva (lógica + experiencia), auxiliados quizás por virtudes cognitivas como la simplicidad, la potencia explicativa o el apoyo teórico. Es una versión del matrimonio entre la matemática y el empirismo, al que B. Russell atribuía el nacimiento de la ciencia moderna en el Primer Congreso Internacional para la Unidad de la Ciencia, celebrado en París en 1935.

En cuanto al producto de la aplicación de ese método, el corpus de conocimiento científico, en el Positivismo Lógico era común caracterizarlo como un conjunto de teorías verdaderas o aproximadamente verdaderas, como, por ejemplo, la mecánica clásica de partículas, la teoría de la selección natural, la teoría cinética de gases, etc. Se habla aquí de teorías como conjuntos de enunciados, donde los enunciados propiamente científicos pueden pertenecer a un lenguaje teórico o a un lenguaje observacional, o bien constituir enunciados-puente que, con términos pertenecientes a ambos vocabularios, conecten los dos niveles lingüísticos. Por otra parte, la estructura general de las teorías científicas era entendida como un sistema axiomático, en el que existiría una conexión deductiva desde

los enunciados más generales a los más específicos. Más aún, la ciencia misma, con su diversidad de disciplinas, era contemplada como un gran sistema axiomático cuyos conceptos y postulados básicos eran los de la física matemática. La llamada lógica de predicados de primer orden con identidad se suponía que podía ofrecer el instrumental requerido para formalizar tales sistemas, es decir, para fundamentarlos y proporcionar una comprensión rigurosa de los mismos. Finalmente, el desarrollo temporal de este cuerpo de conocimiento era visto como un avance lineal y acumulativo, como paradigma de progreso humano. Frente a tal situación, la reacción antipositivista de los años sesenta, con argumentos como el de la infardeterminación o el carácter teórico de la observación, produjo el abandono de este lugar común sobre las teorías en filosofía de la ciencia.

Lecturas complementarias

- CARNAP, R. (1963): *Autobiografía intelectual*. Barcelona, Paidós, 1992.
- ECHEVERRÍA, J. (1999): *Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo xx*. Madrid. Cátedra.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- HANSON, N. R. (1958): *Patrones de descubrimiento*. Madrid, Alianza, 1977.
- LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor, 1992.
- NAGEL, E. (1961): *La estructura de la ciencia*. Barcelona, Paidós, 1981.
- POPPER, K. (1935): *La lógica de la investigación científica*. Madrid, Tecnos, 1962.
- VILCHES, A., y FURIÓ, C.: “Ciencia, Tecnología y Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo xxi”, <<http://www.campus-oei.org/cts/ctse-educacion.htm>>.

1.2.1 La reacción al Positivismo Lógico

La reacción antipositivista hace referencia al proceso de rechazo dentro de un determinado ámbito académico de esa concepción positivista o heredada de la ciencia. Dicha reacción antipositivista tiene sus pilares en una serie de críticas realizadas por algunos autores, entre los que se encuentran T. Kuhn, P. Feyerabend, N. R. Hanson, S. Toulmin o W. Quine. La reacción antipositivista vino marcada por la denuncia filosófica de una serie de problemas que hacían realmente complicado seguir manteniendo los presupuestos racionalistas tradicionales. Vamos a analizar brevemente algunos de estos problemas.

- *La carga teórica de la observación*. Lo que se ve depende tanto de las impresiones sensibles como del conocimiento previo, de las

expectativas, los prejuicios y el estado interno general del observador. De tal modo, toda observación está cargada teóricamente. La discusión tradicional sobre este argumento se centra en las consecuencias que puede tener su reconocimiento sobre la cuestión de la comparación interteórica, bien en contextos de dinámica de la ciencia donde teorías dadas son sustituidas por otras incompatibles, o bien en contextos de elección entre teorías rivales incompatibles. En el primer caso, el argumento de la carga teórica de la observación amenaza el modelo acumulativo en dinámica de la ciencia; en el segundo, el papel causal de la racionalidad en la resolución de las controversias científicas.

- *La infradeterminación.* Lo que el argumento de la infradeterminación afirma es que, dada cualquier teoría o hipótesis propuesta para explicar un determinado fenómeno, siempre es posible producir un número indefinido de teorías o hipótesis alternativas que sean empíricamente equivalentes con la primera, pero que propongan explicaciones incompatibles del fenómeno en cuestión. Hay que destacar que el reconocimiento de la carga teórica de la observación puede reforzar el argumento de la infradeterminación, por la relatividad de lo que cuente como “evidencia empírica relevante” desde el punto de vista de las alternativas teóricas en el contexto de elección.

Como veremos más adelante, a partir de Kuhn la filosofía toma conciencia de la importancia de la dimensión social y del enraizamiento histórico de la ciencia, al tiempo que inaugura un estilo interdisciplinar que tiende a difuminar las fronteras clásicas entre especialidades académicas.

En el ámbito de los estudios sociales de la ciencia, autores como B. Barnes, H. Collins o B. Latour han utilizado la sociología del conocimiento para presentar una visión general de la actividad científica como un proceso social más; un proceso regulado básicamente por factores de naturaleza no epistémica, los cuales tendrían relación con presiones económicas, expectativas profesionales o intereses sociales específicos. El debate entre filósofos “esencialistas”, aquéllos que abogan por un método basado en condiciones internas H-D para la ciencia, y sociólogos “contextualistas” con un énfasis en los factores sociales o instrumentales, continúa abierto en nuestros días tanto en discusiones teóricas generales como en reconstrucciones de episodios particulares.

Incluso dentro de la propia filosofía se tiende recientemente a consolidar un mayor interés por el contexto. Frente a las tradicionales visiones intelectualistas de la ciencia como saber o como método, en el actual estudio filo-

sófico de la ciencia hay un creciente interés por el análisis de ésta como práctica, como colección de destrezas con un soporte instrumental y teórico.

Se produce así un cambio de énfasis hacia los detalles de las prácticas científicas particulares, subrayando la heterogeneidad de las culturas científicas en contraposición al tradicional proyecto reduccionista del Positivismo Lógico. De este modo, como afirma I. Hacking (en su contribución a Pickering, 1992), una teoría científica madura del tipo referido anteriormente (la teoría cinética de los gases, por ejemplo) consistiría en el ajuste mutuo de diversos tipos de elementos (datos, equipo, teorías) hasta estabilizarse en un “sistema simbiótico” de mutua interdependencia. Dado que los aparatos e instrumentos desempeñan un papel crucial en dicha estabilización, y dado también el carácter dispar y contingente de ese *matériel* (en términos de Hacking, 1983), difícilmente puede proponerse un algoritmo que resuma eso que llamamos “hacer ciencia”.

N. Shaffer (1996) propone hablar de “heurística” científica más que de un criterio unificado de ciencia, entendiendo por tal un conjunto heterogéneo de métodos subóptimos para alcanzar fines particulares bajo circunstancias alejadas de ser ideales, incluyendo entre éstas las limitaciones impuestas por el tiempo o el dinero, el conocimiento teórico asimilado, las técnicas experimentales, los instrumentos disponibles, etc.

Lecturas complementarias

LATOUR, B.: “Dadme un laboratorio y levantaré el mundo”, <<http://www.campus-oei.org/cts/latour.htm>>.

FULLER, S.: “La epistemología socializada”, <<http://www.campus-oei.org/cts/fuller.htm>>.

HACKING, I. (1992): “La autojustificación de las ciencias de laboratorio”, en AMBROGI, A. (ed.) (1999): *Filosofía de la ciencia: el giro naturalista*. Palma de Mallorca, Universidad de las Islas Baleares.

Posibles visiones deformadas acerca de la ciencia (que inciden en los procesos de enseñanza)

- **Visión empirista y ateórica:** se resalta el papel de la observación y de la experimentación “neutra”, no contaminadas por ideas, olvidando el papel esencial de las hipótesis; sin embargo, la enseñanza en general es puramente libresca, sin apenas trabajo experimental. El aprendizaje es una cuestión de “descubrimiento” o se reduce a la práctica de “los procesos” con olvido de los contenidos.
- **Visión rígida:** se presenta el “Método Científico” como un conjunto de etapas que hay que seguir mecánicamente. En la enseñanza se resalta lo que supone un tratamiento cuantitativo, un control riguroso, etc., olvidando –o incluso rechazando– todo lo que significa invención, creatividad, duda... En el polo

opuesto de esta visión rígida y dogmática de la ciencia como descubridora de "la verdad contenida en los hechos", se presenta un relativismo extremo, tanto metodológico ("todo vale", no hay estrategias específicas en el trabajo científico) como conceptual (no hay una realidad objetiva que permita contrastar la validez de las construcciones científicas: la única base en la que se apoya el conocimiento es el consenso de la comunidad de investigadores en ese campo).

- *Visión aproblemática y ahistórica:* se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generó su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc.; menos aún, las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas.
- *Visión exclusivamente analítica:* resalta la necesaria parcialización de los estudios, su carácter acotado y simplificadorio, y olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios, el tratamiento de problemas "frontera" entre distintos dominios que pueden llegar a unirse, etc. Contra esta visión parcializada se han elaborado propuestas de enseñanza integrada de las ciencias, que toman la unidad de la materia como punto de partida, olvidando que el establecimiento de dicha unidad constituye una conquista reciente y nada fácil de la ciencia.
- *Visión acumulativa, lineal:* los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis, las remodelaciones profundas. Se ignora, en particular, la discontinuidad radical entre el tratamiento científico de los problemas y el pensamiento ordinario.
- *Visión individualista:* los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, desconociéndose el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos... Esta visión individualista se presenta asociada, a menudo, con concepciones elitistas.
- *Visión "velada", elitista:* se presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y sexual (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente "masculina"). Se contribuye a este elitismo escondiendo la significación de los conocimientos tras el aparato matemático. No se realiza un esfuerzo por hacer la ciencia accesible (comenzando con tratamientos cualitativos, significativos), ni por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores... como los de los propios alumnos.
- *Visión de "sentido común":* los conocimientos se presentan como claros, obvios, "de sentido común", olvidando que la construcción científica parte, precisamente, del cuestionamiento sistemático de lo obvio.
- *Visión descontextualizada, socialmente neutra:* se olvidan las complejas relaciones CTS y se proporciona una imagen de los científicos como si fueran seres "por encima del bien y del mal", encerrados en torres de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisión. Como reacción puede caerse en una visión excesivamente sociologista de la ciencia que diluye por completo su especificidad (con base en: Vilches; Furió, <http://www.campus-oei.org/cts/ctseducacion.htm>)

1.3 La dinámica de la ciencia

1.3.1 La estructura de las revoluciones científicas

Uno de los autores que más influyó en la superación del Positivismo Lógico fue Thomas Kuhn en 1962, con la introducción de conceptos irredimiblemente sociales para explicar cómo cambia la ciencia, cómo es su dinámica o su desarrollo. Kuhn planteaba que la respuesta a la pregunta sobre qué es la ciencia vendría de una ajustada caracterización de sus aspectos dinámicos, de un estudio disciplinar de la historia de la ciencia real. Sus planteamientos constituyeron una auténtica revolución en la forma de abordar el problema.

Kuhn considera que la ciencia tiene períodos estables, es decir, sin alteraciones bruscas o revoluciones; períodos donde los científicos se dedican a resolver rutinariamente “rompecabezas” en el marco de un paradigma teórico compartido, pero donde también van acumulándose problemas de conocimiento que no se pueden resolver, enigmas que quedan aparcados a la espera de tiempos mejores. Estos períodos estables pertenecen a un tipo de ciencia que Kuhn describió con el nombre de ciencia normal, en contraposición a la ciencia que se presenta cuando sobreviene una revolución científica.

La ciencia normal se caracteriza así porque una comunidad científica reconoce un paradigma o teoría, o conjunto de teorías, que da soluciones a los problemas teóricos y experimentales que se investigan en ese momento. Durante el período de la ciencia normal las innovaciones son poco frecuentes, ya que el trabajo científico se concentra en la aplicación del paradigma. La acumulación de problemas no resueltos puede originar, con todo, un malestar que haga que se comiencen a percibir como anomalías del paradigma, pudiendo llegar a hacer que éste entre en crisis y se abra un período de ciencia extraordinaria en el que tenga lugar una revolución.

La ciencia revolucionaria se caracteriza por la aparición de paradigmas alternativos, por la disputa entre comunidades rivales, y, eventualmente, por el posible rechazo del grueso de la comunidad científica del paradigma antes reconocido. Esto significaría que hay un cambio en la producción de los problemas disponibles en las metáforas usadas y los valores de la comunidad, induciendo también un cambio en la imaginación científica. Con la consolidación de un nuevo paradigma se inicia un cambio en la forma de ver los problemas que antes estaban sin resolver. Es como si el nuevo paradigma cambiara el mundo que había sido descrito por la ciencia, para ver con nuevos ojos los problemas del conoci-

miento a los que se refiere dicha ciencia. Una vez estabilizado el paradigma científico, la ciencia tiende a convertirse otra vez en ciencia normal, para iniciar de nuevo el curso de acumulación de conocimientos y de problemas que encierra el desarrollo del pensamiento científico.

Uno de los elementos que permite reconocer el carácter cambiante de la ciencia lo constituye el libro de texto. Este se caracteriza por ser un objeto que se elabora de acuerdo con reglas variables en el tiempo y en el espacio social. En los manuales científicos utilizados hoy se relatan las teorías aceptadas y se ilustran sus aplicaciones (Kuhn, 1985).

A partir de Kuhn será la comunidad científica, y no la realidad empírica la que marque los criterios para juzgar y decidir sobre la aceptabilidad de las teorías. Conceptos como “búsqueda de la verdad” y “método científico” van a ser sustituidos por conceptos como “comunidad” y “tradición” en el enfoque kuhniano. La ciencia normal, según este autor, es una empresa colectiva de resolución de enigmas, y las teorías científicas son representaciones convencionales de la realidad. Las teorías son convencionales pero no arbitrarias, puesto que, en su construcción, los científicos ponen en práctica sus habilidades de percepción e inferencia adquiridas en los procesos formativos, que se convierten así en un proceso de socialización a partir del cual el científico se compromete con su comunidad y con el paradigma que impere en cada momento. Por su parte, la ausencia de elementos de juicio epistémicos comunes a teorías rivales en períodos revolucionarios, hace necesario el recurso a la retórica, el poder, la negociación, etc. para reclutar los aliados necesarios que precisa el potencial paradigma propio.

Una de las principales aportaciones de Kuhn fue que el análisis racionalista de la ciencia propuesto por el Positivismo Lógico es insuficiente, y que es necesario apelar a la dimensión social de la ciencia para explicar la producción, mantenimiento y cambio de las teorías científicas. Por tanto, a partir de Kuhn se impondrá la necesidad de un marco conceptual enriquecido e interdisciplinario para responder a las cuestiones planteadas tradicionalmente de un modo independiente por la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia. La obra de Kuhn da lugar a una toma de conciencia sobre la dimensión social y el enraizamiento histórico de la ciencia, al tiempo que inaugura un estilo interdisciplinario que tiene a difuminar las fronteras clásicas entre las especialidades académicas, preparando el terreno para los estudios sociales de la ciencia.

Lectura complementaria

KUHN, T. S. (1962/1970): *La estructura de las revoluciones científicas*. México, FCE, 1985.

PÉREZ RANSANZ, A. R. (1999): *Kuhn y el cambio científico*. México, FCE.

1.3.2 Orientaciones constructivistas

El punto de arranque de lo que se ha llamado la “tradición europea” en los estudios CTS se sitúa en la Universidad de Edimburgo (Gran Bretaña) en los años setenta (véase el capítulo “¿Qué es CTS?”). Es aquí donde autores como Barry Barnes, David Bloor o Steve Shapin forman 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 –en resumen el “contexto social”–) se acentúa en la explicación del origen, el cambio y la legitimación de las teorías científicas.

La declaración programática de esta “sociología del conocimiento científico” tuvo lugar mediante el llamado “Programa Fuerte”, que enunció David Bloor en 1976/1992. Este programa pretende establecer los principios de una explicación satisfactoria (es decir, sociológica) de la naturaleza y del cambio del conocimiento científico. En ese sentido, no es un programa complementario con respecto a enfoques filosóficos tradicionales (por ejemplo el Positivismo Lógico o los enfoques popperianos), sino que constituye un marco explicativo rival e incompatible.

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 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. Sólo desde la ciencia, y particularmente desde la sociología, es posible explicar adecuadamente las peculiarida-

des 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, 1983; y, en general, las llamadas “guerras de la ciencia” en Fuller, 1999).

Los esfuerzos de los sociólogos del conocimiento científico se encamaron entonces (desde la segunda mitad de la década de los años setenta) 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 quark, el registro de las ondas gravitacionales, el origen de la mecánica cuántica, etc.

El programa teórico en sociología del conocimiento científico enunciado por Bloor fue posteriormente desarrollado por un programa más concreto que postuló Harry Collins en la Universidad de Bath a principios de los años ochenta: 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 de los problemas abordados por el conocimiento científico, desvelando la importancia de los procesos de interacción social en la percepción y comprensión de esa realidad o la solución de esos problemas. El EPOR constituye la mejor representación del enfoque en el estudio de la ciencia denominado “constructivismo social”.

El EPOR tiene lugar en tres etapas:

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. 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. Por último, en la tercera tales “mecanismos de cierre” de las controversias científicas se relacionan con el medio sociocultural y político más amplio.

Sin embargo, la sociología del conocimiento científico desarrollada en Edimburgo es sólo una de las direcciones de investigación de los estudios sociales. A partir de finales de los años setenta, algunos investigadores argumentaron que el contexto social no tiene ninguna fuerza explicativa ni ningún poder causal; y que, en contra de las tesis de la Escuela de Edimburgo, no es necesario salir de la propia ciencia para explicar la construcción social de un hecho científico establecido. Esos nuevos enfoques adoptan una perspectiva microsocial y tienen como objetivo estudiar la práctica científica en los propios lugares donde ésta se realiza (los laboratorios). El contexto social se reduce, entonces, al del laboratorio.

Bruno Latour y Steve Woolgar, en su obra *La vida en el laboratorio* (1979/1986), defienden que el estudioso de la ciencia se convierta en un antropólogo, y, como tal, que entre en el laboratorio, como haría en una tribu primitiva totalmente alejada de su realidad social, para describir del modo más puro posible la actividad que los científicos y tecnólogos desarrollan allí. En consecuencia, el imperativo de la investigación consiste en abrir la “caja negra” del conocimiento y describir lo que hay dentro. Las palabras de Latour y Woolgar constituyen la mejor ilustración de esta tesis:

Todas las mañanas los trabajadores entran en el laboratorio llevando sus almuerzos en bolsas de papel marrón. Los técnicos comienzan inmediatamente a preparar experimentos [...]. El personal del laboratorio va entrando en la zona de despachos [...]. Se dice que todo el esfuerzo invertido en el trabajo está guiado por un campo invisible o, mejor aún, por un puzzle cuya naturaleza está decidida de antemano y que podría ser resuelto hoy. Tanto los edificios en los que esta gente trabaja como sus carreras profesionales están protegidas por el Instituto. Así, por cortesía del Instituto Nacional de la Salud [National Institute of Health], llegan periódicamente cheques con dinero de los contribuyentes para pagar facturas y salarios. Conferencias y congresos están en la mente de todos. Cada diez minutos, aproximadamente, hay una llamada de teléfono para algún científico de algún colega, un editor o alguien de la administración. Hay conversaciones, discusiones y enfrentamientos: “¿Por qué no lo intentas de este modo?”. En las pizarras hay diagramas garapateados. Gran cantidad de ordenadores vomitan masas de papel. Interminables listas de datos se acumulan junto a copias de artículos anotados por colegas [...] (Latour y Woolgar, 1979/1986, p. 16).

Otros enfoques desarrollados en el marco de la tradición europea son, por ejemplo, los estudios de reflexividad y la teoría de la red de actores. Estas líneas de trabajo han estado orientadas por la profundización en uno u otro principio del Programa Fuerte (el cuarto y el tercero, en los respectivos casos anteriores).

1.4 Nuevos enfoques sobre la ciencia: transciencia y ciencia reguladora

Durante el siglo xx se ha producido una implicación creciente de la ciencia en la formulación de políticas públicas. Esta nueva función del conocimiento científico ha conducido a la aparición de una actividad científica con características particulares. Diversos son los términos que se han utilizado para nombrar esta actividad: *transciencia*, *ciencia reguladora*, *ciencia postnormal*. Así, por ejemplo, cuando en la actualidad alguna administración elabora una determinada

política social, utiliza el conocimiento científico proporcionado por la sociología y la economía. Más tarde la evaluación de dicha política se realiza utilizando también conocimientos científicos. Se puede afirmar de forma general que prácticamente no existe ningún área en el ámbito de las políticas públicas en la que el conocimiento científico no sea relevante.

El conocimiento científico no es sólo uno de los factores que influyen en la generación y reemplazo de tecnologías, es también uno de los recursos con los que cuentan las sociedades contemporáneas para controlar los efectos no deseados del desarrollo tecnológico y reorientarlo. La actividad científica concretamente orientada a suministrar conocimiento para asesorar en la formulación de políticas se conoce con el nombre de ciencia reguladora. Una parte de la labor de este tipo de ciencia está relacionada con la regulación de la tecnología. Los análisis de impacto ambiental, la evaluación de tecnologías, los análisis de riesgos, etc., son ejemplos de ciencia reguladora.

El estudio académico de la ciencia raramente se ha ocupado del análisis de la ciencia reguladora. Este tipo de actividad científica presenta, sin embargo, problemas filosóficos muy interesantes. La relevancia de los compromisos metodológicos para el contenido de las afirmaciones de conocimiento y la interacción entre utilidades epistémicas y no-epistémicas son dos ejemplos.

Una cuestión sumamente importante es la que tiene que ver con la responsabilidad de los científicos a la hora de resolver conflictos que surgen a partir de la interacción entre ciencia y sociedad. Generalmente, se supone que aquellos temas en los que el conocimiento científico se utiliza para la resolución de problemas políticos (construir o no un transporte supersónico, realizar o no un viaje a la luna) pueden dividirse claramente en dos ámbitos: el científico y el político. El primero trata de destacar cuáles son los hechos (por ejemplo si es física y técnicamente posible realizar el viaje a la luna), mientras que el político debe señalar qué dirección ha de tomar la sociedad (como puede ser la pertinencia de subvencionar o no dicho proyecto lunar).

Sin embargo, esta forma de analizar el binomio ciencia-sociedad es excesivamente simple e incapaz de recoger toda la complejidad de las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Incluso en aquellas situaciones en las que es posible ofrecer respuestas claramente científicas a cuestiones involucradas en asuntos políticos, la posibilidad de establecer una distinción tajante entre el ámbito científico y el ámbito político es realmente complicada, en tanto en cuanto es muy difícil separar los fines de los medios. Lo que se considera que es un fin político o social termina por tener numerosas repercusiones en el análisis de lo que debería caer bajo la jurisdicción de la ciencia, y cada una de estas repercusiones ha de ser evaluada en términos políticos y morales.

1.4.1 Transciencia

Weinberg defiende que muchas de las cuestiones que surgen en el curso de las interacciones entre la ciencia y la sociedad (los efectos nocivos secundarios de la tecnología, o los intentos de abordar los problemas sociales mediante los procedimientos de la ciencia) dependen de respuestas que uno puede plantear a la ciencia, pero que, sin embargo, la ciencia no puede responder todavía (Weinberg, 1972, pp. 1-2). Precisamente para poder enfrentarse a este tipo de cuestiones acuña la expresión *cuestiones transcientíficas*. Éstas son cuestiones *de hecho* desde el punto de vista de la epistemología y, por lo tanto, pueden responderse en principio con el lenguaje de la ciencia, aunque los científicos son incapaces de dar respuestas precisas a las mismas; esto es, transcinden la ciencia (Weinberg, 1972, p. 2). En tanto que las cuestiones políticas y sociales poseen esta característica de *transcientificidad*, el rol de la ciencia y de los científicos en el contexto de la transciencia ha de ser diferente al adoptado en el de la ciencia académica tradicional, donde los científicos son capaces de dar respuestas carentes de ambigüedad a los problemas que abordan.

Este tipo de cuestiones que estamos analizando transcinden la ciencia a causa de:

1. La imposibilidad de determinar directamente las probabilidades de que acontezcan eventos extremadamente infrecuentes.
2. La imposibilidad de extrapolar el comportamiento de los prototipos al comportamiento de los sistemas a escalas reales sin una pérdida de precisión.
3. La imposibilidad de contestar a cuestiones de valor como, por ejemplo, de qué problemas debería ocuparse la ciencia.

Respecto a la primera de las razones, Weinberg (1972) propone el ejemplo de los reactores nucleares. Según este autor, es muy improbable que suceda un accidente catastrófico en un reactor nuclear. Se han elaborado diferentes estadísticas para calcular la probabilidad de que suceda un accidente en un reactor nuclear; para ello se desarrollan *árboles de accidentes probables*, donde cada una de las ramificaciones se activa por el fallo de alguno de los componentes. Generalmente se conocen las estadísticas acerca de la posibilidad de cada uno de los componentes. Sin embargo, estos cálculos son bastante sospechosos: primero, porque la probabilidad total que se obtiene de tales estimaciones es excesivamente baja (10^{-5} por reactor/año, véase Weinberg, 1972, p. 5) y, segundo, porque no hay pruebas definitivas de que se hayan identificado todos los posibles modos de fallo. Cuando la probabilidad es por demás baja, no hay posibilidad de determinarla directa-

mente (construyendo, por ejemplo, 1.000 reactores, de forma que estos operen durante 10.000 años, y así poder tabular sus procesos operatorios). Por tanto, la posibilidad de determinar de forma directa las probabilidades de que acontezcan eventos muy infrecuentes se convierte en una cuestión transcientífica que, aunque pueda plantearse en términos estrictamente científicos, es poco probable que la ciencia pueda ofrecer alguna respuesta definitiva.

La segunda razón se refiere a la imposibilidad de extrapolar el comportamiento de los prototipos al comportamiento de los sistemas a escala real sin una pérdida de precisión. Según Weinberg, la ingeniería es un campo que se desarrolla tan rápido que habitualmente requiere que se tomen decisiones sobre la base de datos incompletos. Los ingenieros trabajan sometidos a la dureza de apretadas agendas y rígidos presupuestos, por lo que no se pueden permitir el lujo de examinar cada una de las cuestiones al nivel que el rigor científico exige. Hay ocasiones en las que un proyecto ha de esperar a los resultados de investigaciones científicas futuras. Sin embargo, el científico suele tomar las decisiones sobre la base incompleta de los datos de que dispone. Es decir, la incertidumbre es inherente a la ingeniería (Weinberg, 1972, p. 6). Los ingenieros se mueven en contextos de incertidumbres siempre que se ven en la necesidad de trabajar con prototipos. Cuando se trabaja con prototipos siempre cabe el riesgo de la pérdida de precisión a la hora de extrapolar los datos a las situaciones reales. Si se trata de dispositivos relativamente pequeños, por ejemplo el desarrollo de un avión, es posible construir prototipos a escala real, con lo que la pérdida de precisión puede considerarse casi nula. Pero cuando se trabaja con grandes dispositivos o grandes construcciones, como por ejemplo una gran presa, no se pueden elaborar prototipos a escala real, y esto se traduce en un considerable aumento de la incertidumbre respecto a las repercusiones de tales dispositivos o construcciones.

Las cuestiones de valor son relativas; por ejemplo, de qué tipo de problemas debería ocuparse la ciencia. De estas cuestiones se ocupa, según Weinberg, la axiología de la ciencia, que de manera general aborda cuestiones sobre las prioridades dentro de la ciencia. Se trata de problemas que se discuten bajo la etiqueta de los criterios de la elección. Ahora bien, en tanto que las cuestiones de valor no pueden plantearse en términos de cuestiones de hecho, éstas transcinden claramente la ciencia. Es decir, según Weinberg, hay tres ámbitos en los que las cuestiones transcienden la ciencia: en el primero, la utilización exclusiva de la ciencia es inadecuada porque las respuestas son muy costosas y exigen demasiado tiempo; en el segundo, la utilización exclusiva de la ciencia es inadecuada porque la materia que estudia es demasiado variable y no se dispone de todos los datos; y, en el tercero, la utilización exclusiva de la ciencia es inadecuada porque se trata de cuestiones que implican juicios éticos, políticos y estéticos.

En el ámbito de la ciencia, sólo los científicos pueden participar en el gobierno interno de la ciencia. Ahora bien, cuando nos movemos en un contexto en el que la ciencia se mezcla con las decisiones políticas en torno a cuestiones que afectan directamente a la sociedad, estas cuestiones no pueden ser establecidas sólo por científicos. El público, ya sea mediante la participación directa o a través de representantes, debe involucrarse en el debate porque se trata de cuestiones que afectan a todos, no sólo a los científicos. Para referirse a esta situación, Weinberg introduce la expresión “la república de la transciencia”. Según él, dicha república tiene elementos de la “república política”, por una parte, y de la “república de la ciencia”, por otra, motivo por el que la estructura de la “república de la transciencia” ha de reflejar, en gran medida, la estructura política de la sociedad en la que opera (Weinberg, 1972, p. 14).

1.4.2 Ciencia reguladora

Otro de los autores que plantea que el modelo tradicional de comprender la relación ciencia-sociedad es, en ocasiones, muy simple e incapaz de recoger la complejidad de esta relación, es Sheila Jasanoff (1995). En su artículo “Procedural Choices in Regulatory Science”, Jasanoff mantiene que cuando hay que llevar a la práctica programas de salud, de regulación ambiental, etc., los expertos deben revisar y evaluar el estado del conocimiento científico, identificar áreas de consenso sobre cuál es el mejor de sus conocimientos y solucionar los problemas de evidencia incierta de acuerdo con las leyes vigentes.

Así, para dar cuenta de esta nueva situación, Jasanoff (1995) utiliza la expresión “ciencia reguladora”. Con ella trata de destacar el nuevo papel de la ciencia para diferenciarla de la ciencia académica tradicional. La autora hace hincapié en las diferencias entre la ciencia reguladora, que proporciona las bases para la acción política y que lleva a cabo su actividad con fuertes presiones por la falta de acuerdo, la escasez de conocimiento y las presiones temporales; y la ciencia académica, que, sin implicaciones políticas, se mueve en un ambiente de consenso teórico y práctico, impidiendo la participación del público y de los grupos de interés. Sin embargo, sostiene (Jasanoff, 1995, pp. 282-3), este ambiente de consenso propio de la ciencia académica es ajeno a la ciencia reguladora que se mueve más bien en el terreno del disenso, no sólo por problemas epistemológicos y metodológicos sino también por la falta de acuerdo entre los propios expertos, con la presión y la controversia social que esto genera.

La ciencia reguladora se mueve en un contexto en el que los hechos son inciertos, los paradigmas teóricos están poco desarrollados, los métodos de

**Características de la ciencia académica
y la ciencia reguladora**

	Ciencia académica	Ciencia reguladora
<i>Metas</i>	“Verdades” originales y significativas.	“Verdades” relevantes para la formulación de políticas.
<i>Instituciones</i>	Universidades, organismos públicos de investigación.	Agencias gubernamentales, industrias.
<i>Productos</i>	Artículos científicos.	Informes y análisis de datos, que a menudo no se publican.
<i>Incentivos</i>	Reconocimiento profesional.	Conformidad con los requisitos legales.
<i>Plazos temporales</i>	Flexibilidad.	Plazos reglamentados, presiones institucionales.
<i>Opciones</i>	Aceptar la evidencia. Rechazar la evidencia. Esperar por más o mejores datos.	Aceptar la evidencia. Rechazar la evidencia.
<i>Instituciones de control</i>	Pares profesionales.	Instituciones legislatoras. Tribunales. Medios de comunicación.
<i>Procedimientos</i>	Revisión por pares, formal o informal.	Auditorías. Revisión reguladora profesional. Revisión judicial. Vigilancia legislativa.
<i>Estándares</i>	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los métodos aceptados por pares científicos. Significatividad estadística.	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los protocolos aprobados y con las directrices de la agencia institucional. Pruebas legales de suficiencia (e.g., evidencia substancial, preponderancia de la evidencia).

estudio son bastante inconsistentes y muy discutidos, y donde los resultados están sometidos a considerables incertidumbres. Dado dicho contexto, no sorprende que los análisis de los datos por parte de los expertos se vean sometidos a posibles prejuicios subjetivos (Jasanoff, 1995, p. 282). Ahora bien, esas características de la ciencia reguladora ayudan a comprender por qué las controversias son tan frecuentes y desarrolladas con tanta tenacidad. En este sentido, un aumento de la participación de científicos no-gubernamentales y de otros agentes sociales

en los procesos reguladores mejorará no sólo la calidad, sino también la objetividad de los procesos científicos, de forma que la ciencia pueda utilizar procedimientos más sensibles a las incertidumbres e indeterminaciones propias de la ciencia reguladora (Jasanoff, 1995, p. 280).

1.5 Conclusión

Ni siquiera la diversidad de la ciencia en la práctica llega a dar cuenta de todos los usos del vocablo “ciencia”. Las disciplinas experimentales, por ejemplo, sólo constituyen una parte del conocimiento que habitualmente calificamos como “científico”. Al respecto, el historiador A. C. Crombie (1994) distingue hasta cinco estilos de razonamiento en ciencia, incluyendo la exploración y medición experimental en diferentes especialidades de la física, la química o la biología. Otras formas de hacer ciencia, de acuerdo con este autor, son la elaboración de modelos hipotéticos propia de la cosmología o las ciencias cognitivas, la clasificación y reconstrucción histórica de la filología o la biología evolutiva, la elaboración de postulados y pruebas en lógica o matemáticas, y, por último, el análisis estadístico de poblaciones en economía o partes de la genética.

Hemos llegado entonces a un punto que nos permite concluir que, sin un lenguaje común, asumido el fracaso del proyecto positivista de una ciencia unificada (Galison y Stump, 1996), parece difícil hablar de “la ciencia” como un género natural en virtud de la posesión de algún método o estructura común, o, en general, de algún conjunto de condiciones necesarias y suficientes (Rorty, 1988).

Nos queda, sin embargo, un sólido aire de familia para referirnos a las ciencias, proporcionado por cosas tales como el uso de las matemáticas; los procedimientos estandarizados de prueba y replicación; la generalidad de sus afirmaciones de conocimiento; la instrumentación y las prácticas experimentales; el éxito en resolver problemas particulares a través de la tecnología; y su credibilidad casi universal. Sin embargo, a este aire de familia hay que agregar ahora que tales cosas deben ser vistas, analizadas e interpretadas dentro de contextos sociales e históricos concretos.

A pesar de la diversidad de contenidos, competencias y estilos de razonamiento, y aun reconociendo la diversidad de las ciencias, sus heterogéneas notas comunes y el éxito en la práctica, ese aire de familia parece hacer posible seguir hablando de una actitud y un saber científicos.

1.6 Bibliografía

- AMBROGI, A. (ed.) (1999): *Filosofía de la ciencia: el giro naturalista*. Palma de Mallorca, Universidad de las Islas Baleares.
- BUNGE, M. (1983): *Controversias en Física*. Madrid, Tecnos.
- CARNAP, R. (1963): *Autobiografía intelectual*. Barcelona, Paidós, 1992.
- COPLESTON, F. (1971): *Historia de la filosofía*. Barcelona, Ariel, 1981.
- CROMBIE, A. C. (1994): *Styles of scientific thinking in the european tradition*. Londres, Duckworth.
- ECHEVERRÍA, J. (1999): *Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo xx*. Madrid, Cátedra.
- FERRATER, M. (1979): *Diccionario de filosofía*. Madrid, Alianza Editorial, 1990.
- FULLER, S. (1999): *The governance of science: ideology and the future of the open society*. Buckingham, Open University Press.
- : "La epistemología socializada", <<http://www.campus-oei.org/cts/fuller.htm>>.
- FUNTOWICZ, S. O., y RAVETZ, J. R. (1990a): "Post-normal science: a new science for new times", en *Scientific European*, 169, pp. 20-22.
- (1990b): *Uncertainty and quality in science for policy*. Dordrecht, Reidel.
- (1992a): "Three types of risk assessment and the emergences of post-normal science", en KRIMSKY y GOLDING (eds.): *Social theories of risk*. Westport, Praeger.
- (1992b): "Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas", en GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.
- GALISON, P., y STUMP, D. J. (eds.) (1996): *The disunity of science*. Stanford, Stanford University Press.
- GALISON, P. (1987): *How experiments end*. Chicago, University of Chicago Press.
- (1997): *Image and logic*. Chicago, University of Chicago.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.
- HACKING, I. (1983): *Representing and intervening*. Cambridge, Cambridge University Press.
- HANSON, N. R. (1958): *Patrones de descubrimiento*. Madrid, Alianza, 1977.
- HELLSTRÖM, T. (1996): "The science-policy dialogue in transformation: model-uncertainty and environmental policy", en *Science and Public Policy*, 23, pp. 91-97.

- IRANZO, J. M., y BLANCO, R. (1999): *Sociología del conocimiento científico*. Madrid, CIS.
- JASANOFF, S. (1995): "Procedural choices in regulatory science", en *Technology in Society*, 17, pp. 279-293.
- KUHN, Th. (1967/1970): *La estructura de las revoluciones científicas*. México, FCE, 1985.
- LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor, 1992.
- : "Dadme un laboratorio y levantaré el mundo", <<http://www.campus-oei.org/cts/latour.htm>>.
- LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*. Madrid, Alianza.
- LÓPEZ CEREZO, J. A.; SANMARTÍN, J., y GONZÁLEZ GARCÍA, M. I. (1994): "Filosofía actual de la ciencia. El estado de la cuestión", en *Diálogo Filosófico*, 29, pp. 164-208.
- MARCUSE, H. (1954): *El hombre unidimensional*. Barcelona, Ariel, 1981.
- MERTON, R. K. (1949): *Teoría y estructura sociales*. México, FCE, 1995.
- NAGEL, E. (1961): *La estructura de la ciencia*. Barcelona, Paidós, 1981.
- NEURATH, O.; CARNAP, R., y MORRIS, C. (eds.) (1938-1969): *Foundations of the unity of science. Toward an international encyclopedia of unified science*, vol. 1. Chicago, University of Chicago Press.
- PÉREZ RANSANZ, A. R. (1999): *Kuhn y el cambio científico*. México, FCE.
- PICKERING, A. (ed.) (1992): *Science as practice and culture*. Chicago, University of Chicago Press.
- POPPER, K. (1935): *La lógica de la investigación científica*. Madrid, Tecnos, 1962.
- RITTER, J. (1989): "Segunda bifurcación: ¿una matemática o muchas? A cada uno su verdad: las matemáticas en Egipto y Mesopotamia", en SERRES, M. (1991): *Historia de las ciencias*. Madrid, Ediciones Cátedra.
- RORTY, R. (1988): "Is science a natural kind?", en McMULLIN, E. (ed.): *Construction and constraint: the shaping of scientific rationality*. Notre Dame, University of Notre Dame Press.
- ROSZAK, T. (1968): *El nacimiento de una contracultura*. Barcelona, Kairos, 1970.
- SHAFFER, N. (1996): "Understanding bias in scientific practice", en *Philosophy of Science*, 63/3 (PSA 1996 Proceedings), S89-S97.
- SCHUMACHER, E. F. (1973): *Lo pequeño es hermoso*. Madrid, Hermann Blume, 1978.
- SKINNER, Q. (1999): "The advancement of Francis Bacon", en *The New York Review of Books*, XLVI/17, pp. 53-56.
- SOLÍS, C. (1994): *Razones e intereses: la historia de la ciencia después de Kuhn*. Barcelona, Paidós.
- SOLÍS, C. (comp.) (1998): *Alta tensión, filosofía, sociología e historia de la ciencia: ensayos en memoria de Thomas Kuhn*. Barcelona, Paidós.

VILCHES, A., y FURIÓ, C.: “Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI”, <<http://www.campus-oei.org/cts/ctse-educacion.htm>>.

WEINBERG, A. M. (1972): “Science and trans-science”, en *Minerva*, 10, pp. 209-222. Citado por la versión WEINBERG, A. M. (1992): *Nuclear reactions: science and transcienece*. Nueva York, The American Institute of Physics.

2 ¿Qué es la Tecnología?

2.1 Introducción

A pesar de su ubicuidad en el mundo actual, todo el proceso que ha llevado a que estas líneas puedan ser leídas supone el encadenamiento de diversos actos técnicos; desde la escritura del borrador en una computadora hasta la edición y montaje del texto, hay un conjunto de procedimientos sucesivos que pueden ser considerados con propiedad como técnicos.

Pero también el entorno que rodea al lector en este momento está seguramente repleto de productos técnicos. Es posible que este texto (un artefacto no natural) esté siendo leído sobre una mesa (artificial), ubicada en un edificio (construido técnicamente), situado en un pueblo o ciudad (un entorno urbanizado). Aun en el improbable caso de que el lector estuviera en un parque natural, sin el menor atisbo de producto técnico a su alrededor, seguiría siendo cierto que tal lugar conservaría intactas sus características naturales precisamente porque los seres humanos han decidido declararlo como una zona de excepción a la habitual transformación técnica del medio. En nuestros tiempos la conservación de la naturaleza, su preservación frente a los efectos del desarrollo técnico, requieren de una planificación especializada y, con frecuencia, del concurso de los propios medios técnicos (por ejemplo, al sofocar un incendio). Tal es la omnipresencia de la técnica en la realidad. Puede afirmarse, incluso, que la propia realidad, en cierto sentido, es ya una construcción técnica.

Tener un cierto nivel de comprensión sobre el fenómeno técnico parece haberse convertido en un imperativo de la vida moderna; más aún, el propio trabajo docente implica una especial relación con la técnica, que va desde la especificidad de los propios discursos hasta la formación integral que se aspira a construir en los niños, jóvenes y, en general, en la sociedad.

A la comprensión de este fenómeno se le ha denominado con frecuencia, con más o menos matices en el tema de la responsabilidad o en el manejo operativo del saber, como alfabetización científica y tecnológica. En todo caso, se busca explorar la influencia de las fuerzas sociales, políticas y culturales en la ciencia y la tecnología, y examinar el impacto de las tecnologías y de las ideas científicas en la vida de las personas.

La alfabetización implica una reflexión explícita sobre los valores tecnológicos, la forma como se generan y circulan en los diferentes contextos de la sociedad, así como en las distintas prácticas y saberes. Para ello se requiere el análisis interdisciplinario, pero especialmente el debate organizado, entendido este último como el desarrollo de procesos de discusión que impliquen la puesta en escena de los diferentes actores y presupuestos argumentativos que buscan legitimar una u otra posición valorativa.

En lo que sigue se presenta una conceptualización sucinta de la tecnología, desde sus componentes epistemológicos y sociales, y, por consiguiente, su articulación con la naturaleza humana, la técnica y la ciencia. Adicionalmente, la distinción entre tecnología, conocimiento tecnológico, cambio tecnológico y evaluación de tecnologías, permitirá complementar la visión de conjunto que se aspira ofrecer en este capítulo.

2.2 Técnica y naturaleza humana

Los antropólogos han discutido mucho sobre los determinantes del proceso de hominización, es decir, sobre el tipo de factores que condujeron a que un grupo de primates abandonara la vida en los árboles, hace varios millones de años. Aunque los antropólogos no han llegado a acuerdos definitivos sobre la importancia y el orden de esos factores determinantes, sí parece estar claro que la sociabilidad, la capacidad lingüística y las habilidades técnicas fueron fundamentales en el proceso de hominización. La intensa interacción social de los homínidos fue, seguramente, una condición que favoreció el cambio de hábitat y de su lugar ecológico, pasando de la vida arborícola propia de sus antepasados primates a la práctica de la caza cooperativa. Pero es la posición vertical el primer criterio de humanidad que liga a los hombres con sus antepasados. Otros dos serán corolarios del primero: la posesión de cara corta, sin caninos ofensivos, y tener las manos libres para la locomoción y, por consiguiente, la posesión de útiles, lo que va a favorecer su desarrollo técnico. El cerebro jugará un papel integrador en todo este proceso.

Ahora bien, la compleja organización social derivada de la nueva situación de cazadores-recolectores tuvo que estar acompañada necesariamente por el desarrollo de una capacidad comunicativa incomparablemente superior a la de cualquier otro mamífero. Pero ni la complejidad de la organización social, ni el consiguiente desarrollo lingüístico se habrían dado en una especie cuya adaptación a su entorno estuviera limitada por las condiciones físicas de su anatomía. El hecho de que un mono arborícola se trasladara a los terrenos abiertos y se convirtiera en un temible depredador no hubiera sido posible si sus manos no hubieran empuñado hábilmente piedras que lanzar a sus presas o palos y huesos para matarlas. Así, estos instrumentos rudimentarios, convertidos luego en hachas, lanzas y cuchillos, fueron las primeras herramientas técnicas que sustituyeron a las garras de otros depredadores mejor dotados anatómicamente.

Este fue sólo el principio. Los homínidos y sus descendientes fueron desarrollando formas de vida en las que la selección natural, sobre las variaciones anatómicas características de la evolución de todos los seres vivos, dejó de afectarles porque las prótesis técnicas correspondientes a cada nueva situación ecológica terminaron por sustituir la evolución natural. Y esa nueva evolución, en este caso de naturaleza cultural, consistiría precisamente en la multiplicación y diversificación de los instrumentos y actos técnicos para la adaptación a cualquier entorno.

El dominio del fuego, la predigestión externa de los alimentos al cocinarlos, la domesticación de animales, la agricultura, el hilado, la cerámica, la construcción de viviendas, la fundición de metales... son sólo algunos elementos significativos de la larga cadena de actos técnicos que han caracterizado la evolución cultural de los humanos. Por todo esto, es ampliamente aceptado que el ser humano es ante todo un *homo faber*, además de (y quizás antes que) un *homo sapiens*. Incluso cabe plantear que la propia racionalidad humana sea, ella misma, una consecuencia del desarrollo técnico.

El fenómeno técnico puede ser analizado, en sus orígenes, como producto de la evolución biológica. Y la evolución humana se puede interpretar desde la tecnicidad orgánica como fenómeno evolutivo, entendida como la organización funcional que implica la coordinación entre los órganos de relación que informan al ser viviente, los órganos de presión que aseguran su adquisición alimenticia y el dispositivo locomotor que le permite la exploración del medio exterior. En este contexto, será la evolución del campo anterior en los animales el rasgo más importante desde el punto de vista de las consecuencias para el desarrollo de la tecnicidad. El campo anterior comprende dos polos: uno facial y otro manual, los cuales actúan en estrecha cooperación en las operaciones técnicas más elaboradas en los diferentes grupos de organismos; por ejemplo, los carnívoros, los insectívoros o los roedores utilizan la actividad manual para andar en medios terrestres o arborícolas, como también para actividades de presión. En el

hombre el campo anterior tendrá importantes consecuencias para el posterior desarrollo tecnoeconómico de la organización social, pues la tecnicidad manual responde a la liberación técnica de los órganos faciales, los cuales quedan disponibles para la palabra tan pronto como la evolución permite que los órganos de la boca y el olfato no se utilicen más para la detección y captura de los alimentos. A una mayor liberación de la mano hay mayor cerebro, pues liberación manual y reducción de los constreñimientos de la bóveda craneana son los dos términos de una misma ecuación. Para cada especie queda determinado un ciclo entre sus medios técnicos, es decir, su cuerpo y sus medios de organización, o sea su cerebro. En esta interacción dinámica surgió la herramienta, incorporada a las estructuras biológicas del hombre.

La técnica ha permitido la transformación del medio en el que los humanos han desarrollado su vida, a la vez que ha ocasionado la propia transformación de las formas de vida humana. Porque la vida humana, a diferencia de la de los demás animales, no está determinada y limitada por los condicionantes ambientales a los que cada especie se halla adaptada. Lo propio de la especie humana es la continua readaptación a cualquier condición ambiental mediante la construcción técnica de artefactos y productos que permiten que su vida sea posible en todos los lugares del planeta, e incluso fuera de él.

La técnica crea obras que tienen la pretensión de perdurar; incluso la técnica permite prolongar la vida humana más allá de los designios del azar natural o del destino divino. La técnica ha permitido mejorar la vida humana, aunque también hay técnicas capaces de empeorarla, porque, para bien o para mal, ha recreado las condiciones de esa existencia. Por último, el conocimiento y la investigación no son posibles sin el dominio previo de ciertas técnicas.

En cierto sentido, la existencia humana es un producto técnico tanto como los propios artefactos que la hacen posible. No se puede pensar, por tanto, separar la técnica de la esencia del ser humano. Seguramente la técnica es una de las producciones más características del hombre, pero también es cierto que los seres humanos son, sin duda, el producto más singular de la técnica.

Lecturas complementarias

LEROI-GOURHAN, A. (1965): *El gesto y la palabra*. Caracas, Universidad Central de Venezuela, 1971.

EIROA, J. (1994): “La prehistoria. Paleolítico y Neolítico”, en *Historia de la ciencia y de la técnica*. Madrid, Ediciones Akal.

SÉRIS, J. (1994): *La technique*. París, PUF.

2.3 El significado de la tecnología

La definición de la tecnología resulta especialmente difícil al ser indissociable de la propia definición del ser humano. Sin embargo, conviene tener en cuenta cuál es la idea más usual y tópica de la misma. El diccionario define la tecnología como el “conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial”, o también como “el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto” (*Diccionario de la Real Academia Española*, 21 ed.). Aunque las dos definiciones difieran en el carácter de conocimiento o de práctica que debe caracterizar a la tecnología, ambas parecen coincidir en que el ámbito definitorio de la tecnología se halla en la producción, especialmente en la producción industrial.

Esta imagen convencional según la cual la tecnología tendría siempre como resultado productos industriales de naturaleza material, se manifiesta en los artefactos tecnológicos considerados como máquinas, en cuya elaboración se han seguido reglas fijas ligadas a las leyes de las ciencias físico-químicas. Automóviles, teléfonos y computadores serían ejemplos, entre otros muchos, de artefactos tecnológicos en los que se cumplirían las condiciones de la definición de tecnología antes comentada. En todos esos artefactos se darían cita los tópicos de la imagen convencional de la tecnología. Lo tecnológico sería lo relativo a la moderna producción de bienes materiales que la sociedad demanda.

La tecnología podría ser considerada como el conjunto de procedimientos que permiten la aplicación de los conocimientos propios de las ciencias naturales a la producción industrial, quedando la técnica limitada a los tiempos anteriores al uso de los conocimientos científicos como base del desarrollo tecnológico industrial. Dos ideas básicas aparecen así en esta consideración habitual de la tecnología. En primer lugar, su dependencia de otros conocimientos, como es el caso de la ciencia. En segundo lugar, la utilidad de la tecnología expresada en el carácter material de sus productos. Sin embargo, esta definición basada en la ciencia y en la utilidad podría ser ampliada y problematizada a la luz de las reflexiones que han tratado de pensar el tema de la tecnología.

Centrándonos ahora en la relación ciencia-tecnología, muchos autores han señalado que éste es el criterio que diferencia a la técnica de la tecnología (e. g. Bunge, 1967, y Sanmartín, 1990). El término “técnica” haría referencia a procedimientos, habilidades, artefactos, desarrollados sin ayuda del conocimiento científico. El término “tecnología” se utilizaría, entonces, para referirse a aquellos sistemas desarrollados teniendo en cuenta ese conocimiento científico.

Los procedimientos tradicionales utilizados para hacer yogures, quesos, vino, cerveza, serían técnicas; mientras que la mejora de estos procedimientos, a partir de la obra de Pasteur y el desarrollo de la microbiología industrial, serían tecnologías. Lo mismo podría decirse de la selección artificial tradicional (desde la revolución neolítica) y la mejora genética que tiene en cuenta las leyes de la herencia formuladas por Mendel. La tecnología del ADN recombinante sería un paso posterior basado en la biología molecular.

El tema de la tecnología en su relación con la ciencia ha sido considerado desde diferentes puntos de vista, de los cuales Niiniluoto (1997) nos ofrece una clasificación:

- *La ciencia sería reducible a la tecnología.*
- *La tecnología sería reducible a la ciencia.*
- *La ciencia y la tecnología son la misma cosa.*
- *La ciencia y la tecnología son independientes.*
- *Hay una interacción entre la ciencia y la tecnología.*

El punto de vista más extendido sobre la relación ciencia-tecnología es el que conceptualiza la tecnología como ciencia aplicada, siendo por tanto la tecnología reducible a la ciencia. Este punto de vista es el subyacente al modelo lineal de desarrollo, que ha influido en la formulación de políticas públicas de ciencia y tecnología hasta tiempos recientes. Dicha conceptualización ha estado presente también, aunque a veces de modo implícito, en la filosofía de la ciencia. Afirmar que la tecnología es ciencia aplicada equivale a decir que:

- Una tecnología es principalmente un conjunto de reglas tecnológicas.
- Las reglas tecnológicas son consecuencias deducibles de las leyes científicas.
- El desarrollo tecnológico depende de la investigación científica.

Tradicionalmente, en el ámbito académico era habitual definir la tecnología como ciencia aplicada. Desde esta perspectiva, la tecnología se analizaba como conocimiento práctico que se derivaba directamente de la ciencia (conocimiento teórico). Una importante tradición académica respaldaba esta imagen de la tecnología: el Positivismo Lógico. Para los positivistas, las teorías científicas eran sobre todo conjuntos de enunciados que trataban de explicar el mundo natural de un modo objetivo, racional y libre de cualquier valor externo a la propia ciencia. El conocimiento científico era visto como un proceso progresivo y acumulativo, articulado a través de teorías cada vez más amplias y precisas que iban subsumiendo

y sustituyendo a la ciencia del pasado. En algunos casos las teorías científicas podían aplicarse generando de este modo tecnologías. No obstante, la *ciencia pura*, en principio, no tenía nada que ver con la tecnología, puesto que las teorías científicas eran algo previo a cualquier tecnología. Por este motivo no podría darse el caso de que existiese una determinada tecnología sin una teoría científica que la respaldase; pero sí podían existir teorías científicas sin contar con tecnologías. En la literatura especializada se conoce esta forma de ver la tecnología como la imagen intelectualista de la tecnología.

De esa imagen intelectualista se desprende que si las teorías científicas son valorativamente neutrales, nadie puede exigir responsabilidad a los científicos de su aplicación cuando son puestas en práctica. En todo caso, si hubiese que exigir algún tipo de responsabilidad, ésta debería recaer sobre quienes hacen uso de la ciencia aplicada, esto es, de la tecnología. Las tecnologías, en tanto que formas de conocimiento científico, son valorativamente neutrales.

En su análisis de la historiografía de la tecnología, John M. Staudenmaier (1985) argumenta que la tesis de la tecnología como ciencia aplicada ha sido atacada desde diferentes frentes. Sus principales argumentos son los siguientes:

- *La tecnología modifica los conceptos científicos*: Thomas Smith estudió el *Whirlwind project*, desarrollado tras la II Guerra Mundial en el MIT para crear una computadora digital. Concluye que la mayor parte de los conceptos utilizados era endógena a la propia ingeniería, y los que procedían de las ciencias (especialmente de la física en relación con el almacenamiento magnético de información) fueron sustancialmente transformados para su utilización en el desarrollo del proyecto.
- *La tecnología utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia*: Walter Vincenti ha estudiado el diseño aeronáutico, mostrando que la ingeniería realiza aportaciones importantes a problemas de los que la ciencia no se ha ocupado. Realiza una categorización del conocimiento tecnológico: 1) conceptos fundamentales de diseño, 2) criterios y especificaciones, 3) herramientas teóricas, 4) datos cuantitativos, 5) consideraciones prácticas, y 6) instrumentalidades de diseño. El conocimiento científico es importante en los tipos 2, 3 y 4, pero parte de esos tipos de conocimiento proceden del propio desarrollo tecnológico.
- *La especificidad del conocimiento tecnológico*: aunque existen fuertes paralelismos entre las teorías científicas y las tecnológicas, los

presupuestos subyacentes son diferentes. Según Layton, la tecnología, por su propia naturaleza, es menos abstracta e idealizada que la ciencia.

- *La dependencia de la tecnología de las habilidades técnicas:* la distinción entre la técnica y la tecnología se realiza en función de la conexión de esta última con la ciencia (tanto en relación con el conocimiento como con la metodología, el uso de herramientas teóricas, etc.). Esta distinción no implica que en la tecnología actual no desempeñen ningún papel las habilidades técnicas.

Estas cuatro líneas de argumentación identificadas por Staudenmaier no niegan necesariamente que exista relación entre la ciencia y la tecnología, lo que niegan es que esta relación sea exclusivamente la que se expresa en la comprensión de la tecnología como ciencia aplicada.

Aunque la conceptualización de la tecnología como ciencia aplicada ha sido históricamente muy importante, hoy en día es difícil de defender. Shrum (1986) señala que parece existir un consenso en entender la ciencia y la tecnología como dos subculturas simétricamente interdependientes. Pero por debajo de este aparente consenso existen dos puntos de vista diferentes. Uno defiende la distinción sobre la base de los métodos empleados, los productos obtenidos, los objetivos establecidos, etc. El otro defiende la identidad entre ciencia y tecnología.

Sin duda alguna, la imagen de la tecnología como ciencia aplicada ha contribuido a que tradicionalmente se dé escasa importancia al análisis de la tecnología. En efecto, cuando se sostiene que la tecnología no es más que ciencia aplicada, es suficiente con el análisis de la ciencia, ya que esto nos dará las claves para entender la tecnología (Agazzi, 1980). Si la ciencia es valorativamente neutral, entonces los artefactos producto de su aplicación han de serlo también; es decir, será más bien el uso que se haga de ellos lo que genere problemas éticos, políticos y sociales. Dada esta tesis sobre la neutralidad de la ciencia y la tecnología, no es extraño que se haya favorecido, desde posiciones tradicionales, una imagen de la evolución de la tecnología que defienda la distinción entre “eficacia interna” e “inferencia externa”, pretendiendo convertir la eficacia en la única guía del desarrollo tecnológico (González García, López Cerezo y Luján, 1996, pp. 127-132).

La idea de una tecnología autónoma va a favorecer lo que se conoce como tecnocatastrofismo y tecnooptimismo, es decir posiciones a favor o en contra de la tecnología. El tecnocatastrofista busca señalar la amenaza de la autonomía de la tecnología, ya que ésta se halla fuera de control, y entonces lo que se debe hacer es destruirla para volver a una

sociedad menos tecnológica y más humanizada. El tecno-optimista tiene una posición contraria. Es precisamente esa ausencia de control, su carácter autónomo, lo que asegura la eficacia de la tecnología, y, por consiguiente, su acción benéfica frente a cualquier perturbación que ella pueda generar. Por el momento puede señalarse que la idea de una investigación científica objetiva, neutral, previa e independiente de sus posibles aplicaciones prácticas por la tecnología, es una ficción ideológica que no se corresponde con la actividad real de los proyectos de investigación en los que los componentes científico-teóricos y tecnológico-prácticos resultan casi siempre indisociables del contexto social (González García, López Cerezo y Luján, 1996, p. 133).

Lecturas complementarias

- ELLUL, J. (1954): *El siglo XX y la técnica: análisis de las conquistas y peligros de la técnica de nuestro tiempo*. Barcelona, Labor, 1960.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- HEIDEGGER, M. (1954): “La pregunta por la técnica”, en *Conferencias y artículos*. Barcelona, Odos, 1994.
- MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.
- MUMFORD, L. (1934): *Técnica y civilización*. Madrid, Alianza, 1982.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1939): *Meditación de la técnica*, en *Revista de Occidente/El Arquero*. Madrid, 1977.
- QUINTANILLA, M. A. (1988): *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid, Fundesco.
- SANMARTÍN, J. (1990): *Tecnología y futuro humano*. Barcelona, Anthropos.
- WINNER, L. (1977): *Tecnología autónoma*. Barcelona, Gustavo Gili, 1979.

2.4

Precisiones sobre la tecnología

El estudio de la tecnología es fundamental en el ámbito de los estudios CTS. El análisis de los impactos tecnológicos, las políticas públicas de ciencia y tecnología, la regulación y gestión de la ciencia y la tecnología, entre otros típicos temas CTS, dependen, en alguna manera, de la visión que se tenga sobre la naturaleza de la tecnología. Para abordar este problema es fundamental distinguir con precisión lo que es la tecnología y lo que es el conocimiento que la hace posible

(Quintanilla y Bravo, 1997; Quintanilla, 1998). Esta distinción es básica para poder analizar el proceso de cambio tecnológico y para caracterizar el conocimiento tecnológico como tal.

De manera más exacta, podemos definir tentativamente la tecnología como una colección de sistemas diseñados para realizar alguna función. Se habla entonces de tecnología como sistemas y no sólo de artefactos, para incluir tanto instrumentos materiales como tecnologías de carácter organizativo (sistemas impositivos, de salud o educativos que pueden estar fundamentados en el conocimiento científico).

La educación es un ejemplo claro de tecnología de organización social. Pero también el urbanismo, la arquitectura, las terapias psicológicas, la medicina o los medios de comunicación son otras tecnologías en las que la organización social resulta ser un artefacto relevante. Por tanto, si el desarrollo tecnológico no puede reducirse a la mera aplicación práctica de los conocimientos científicos, tampoco la propia tecnología ni sus resultados, los artefactos, pueden limitarse al ámbito de los objetos materiales. Lo tecnológico no es sólo lo que transforma y construye la realidad física, sino también aquello que transforma y construye la realidad social.

Podemos afinar esa definición siguiendo a Radder (1996). De acuerdo con este autor, hay cinco características claves que distinguen a la tecnología: realizabilidad, carácter sistemático, heterogeneidad, relación con la ciencia, división del trabajo. Veamos cada una de ellas:

- *Realizabilidad.* Hablar de tecnología es hablar de una configuración concreta, es decir, la tecnología ha de estar realizada. La tecnología sería, por lo pronto, un fenómeno dado fácticamente. La realizabilidad implica que al estudiar la tecnología, las preguntas “dónde”, “cuándo”, “por quién”, “para quién”... tienen la máxima relevancia. Las tecnologías particulares están condicionadas por factores concretos que es necesario especificar.
- *Carácter sistémico.* Una tecnología no puede conceptualizarse como un conjunto de artefactos aislados. Cualquier tecnología, por simple que sea, está insertada en un entramado sociotécnico que la hace viable. Un coche es una tecnología formada por multitud de componentes de diferentes orígenes que, para funcionar, necesita de carreteras, gasolineras y refinerías, semáforos, tiendas, seguros, publicidad, regulación, guardias de tráfico, etc. No es posible entender una tecnología sin tener en cuenta el entramado sociotéc-

nico del que forma parte. Los enfoques para el estudio del cambio tecnológico desarrollados por Hughes, Latour, Rip y Callon enfatizan esta característica.

- *Heterogeneidad.* Los sistemas tecnológicos realizados son heterogéneos. El ejemplo del coche sirve perfectamente para ilustrar esta característica. Los componentes del artefacto “coche” son de diferente tipo y procedencia. Como señala Radder, la realizabilidad, sistematicidad y heterogeneidad son características necesarias para entender el éxito o fracaso de una tecnología. Estas características contrarrestan el punto de vista que otorga cierta autonomía a la tecnología.
- *Relación con la ciencia.* La tecnología contemporánea mantiene una amplia y diversa relación con la ciencia. Esta relación va más allá de la generalmente reconocida al conceptualizar la tecnología como ciencia aplicada. No sólo el conocimiento científico, sino también el “saber cómo”, materializado en habilidades, técnicas teóricas, observacionales y experimentales, así como resultados científicos objetivados en productos, materiales e instrumentos, forman parte del flujo que va de la ciencia a la tecnología. Sin embargo, y en contra de lo que comúnmente se ha supuesto, no existe una incorporación automática de los diversos productos científicos a la tecnología, es necesaria la intervención de otros factores.
- *División del trabajo.* La realización de una tecnología crea relaciones de dependencia entre los diferentes agentes implicados. Las tecnologías no pueden funcionar de forma incondicional. Las características contempladas aquí implican una división del trabajo entre quienes desarrollan, producen, operan y usan la tecnología. Esta característica está relacionada tanto con el carácter sistémico como con la heterogeneidad anteriormente señaladas.

2.4.1 La práctica tecnológica

Uno de los conceptos planteados más significativos sobre la tecnología, a partir de su carácter sistémico, es la interpretación de la tecnología como práctica, enfoque que resulta de gran importancia para el contexto de los países latinoamericanos.

El concepto de práctica tecnológica “...viene a ser la aplicación del conocimiento científico u organizado a las tareas prácticas por medio

de sistemas ordenados que incluyen a las personas, las organizaciones, los organismos vivientes y las máquinas” (Pacey, 1983, p. 21).

Pacey (1983, pp. 118-119) propone el concepto de práctica tecnológica por analogía con el de práctica médica, por cuanto éste deja ver con mayor nivel de implicación los aspectos organizativos de la tecnología, y no sólo la dimensión estrictamente técnica. En tal sentido, la práctica tecnológica abarca tres dimensiones integradas:

- *El aspecto organizacional*, que relaciona las facetas de la administración y la política públicas con las actividades de ingenieros, diseñadores, administradores, técnicos y trabajadores de la producción, usuarios y consumidores.
- *El aspecto técnico*, que involucra las máquinas, técnicas y conocimientos con la actividad esencial de hacer funcionar las cosas.
- *El aspecto cultural o ideológico*, que se refiere a los valores, las ideas y la actividad creadora.

El concepto de práctica tecnológica muestra con claridad el carácter de la tecnología como sistema o sociosistema. El sistema permite intercambios y comunicaciones permanentes de los diversos aspectos de la operación técnica (instrumentos, máquinas, métodos, instituciones, mercados, etc.); pero también de su administración, mediante el tejido de relaciones y de sus sistemas subyacentes implicados; además, el sistema envuelve el marco de representaciones y valores de los agentes del proceso. Todo esto permite reconocer que los sistemas no son autónomos, puesto que están envueltos en la vigilancia de la razón teórica y en el control de la razón práctica.

Al concebir la tecnología como sistema usamos un criterio de relación y de coherencia, no de relaciones lineales. Esta coherencia se expresa en los materiales de los objetos y procesos, en sus condiciones de elaboración, en sus efectos y en sus usos, como se mencionó anteriormente. El carácter de sistema permite poner en relación a los individuos y a los grupos entre ellos (productores, consumidores, participantes del intercambio), a los agentes (individuales o colectivos), a los materiales y medios disponibles, y a los fines a desarrollar.

Lectura complementaria

PACEY, A. (1983): *La cultura de la tecnología*. México, FCE, 1990.

2.4.2 El conocimiento tecnológico

El conocimiento presente en las actividades tecnológicas puede clasificarse en cinco tipos: habilidades técnicas, máximas técnicas, leyes descriptivas, reglas tecnológicas y teorías tecnológicas (Bunge, 1967; Mitcham, 1994). Describamos brevemente cada uno de estos tipos de conocimiento.

- *Habilidades técnicas.* Las habilidades técnicas son “saber-cómo”, que se adquieren por ensayo y por error y se transmiten por imitación. Se trata de un tipo de conocimiento que es en gran medida tácito y no discursivo. Las habilidades técnicas son conocimiento operacional, como opuesto a conocimiento representacional (Quintanilla y Bravo, 1997).
- *Máximas técnicas.* Las máximas técnicas son “saber-cómo” codificado. Describen el procedimiento a seguir para conseguir un resultado concreto. Se trata de conocimiento adquirido por ensayo y por error, pero transmisible lingüísticamente. En ocasiones las máximas técnicas son estrategias heurísticas para la resolución de problemas.
- *Leyes descriptivas.* Se trata de generalizaciones derivadas directamente de la experiencia, por lo que se las llama también “leyes empíricas”. Son semejantes a las leyes científicas, son explícitamente descriptivas e implícitamente prescriptivas para la acción. Sin embargo, no son leyes científicas porque no forman parte de un entramado teórico que las explique.
- *Reglas tecnológicas.* Las reglas tecnológicas son formulaciones lingüísticas para realizar un número finito de actos en un orden dado; representan teóricamente el saber tecnológico. Son normas que se caracterizan por estar fundamentadas científicamente, son fórmulas basadas en leyes capaces de dar razón de su efectividad, y que indican cómo debe uno proceder para conseguir un fin determinado.
- *Teorías tecnológicas.* Una teoría tecnológica guarda una particular relación con la acción, bien sea porque suministre conocimiento sobre los objetos de la acción o porque nos informe sobre la acción misma. Hay dos tipos de teorías tecnológicas: sustantivas y operativas. En el primer caso se considera que son esencialmente aplicaciones de las teorías científicas, mientras que en el segundo son teorías tecnológicas operativas, cuando intervienen acciones del complejo hombre-máquina en situaciones aproximadamente reales, es decir,

nacen en la investigación aplicada y pueden tener poco –o nada– que ver con teorías sustantivas. Serían ejemplos de estos tipos de teorías: la aerodinámica como una aplicación de la dinámica de fluidos, en el caso de las sustantivas; y la teoría de la decisión y la investigación de operaciones, en las teorías operativas. En éstas últimas no se trata de la aplicación de la ciencia sino del método de la ciencia, en tanto que son teorías de la acción.

Bunge (1969, p. 694) nos amplía el concepto de regla tecnológica: "...una regla es una instrucción para realizar un número finito de actos en un orden dado y con un objetivo también dado. El esqueleto de una regla puede simbolizarse por una cadena de signos, como 1-2-3...-n, en la cual cada número representa un acto correspondiente; el último acto, n, es lo único que separa del objetivo al operador que haya ejecutado todas las operaciones menos n. ...Los enunciados de leyes son descriptivos e interpretativos, las reglas son normativas... mientras que los enunciados legaliformes [referentes a la ciencia] pueden ser más o menos verdaderos, las reglas sólo pueden ser más o menos efectivas". Según Bunge (1969:659), a diferencia de las reglas de conducta que prescriben el comportamiento moral, de las reglas de la actividad práctica que no están sujetas al control tecnológico, y de las reglas de semántica y de sintaxis (de signos), las reglas tecnológicas se fundamentan en la investigación y en la acción. Las reglas tecnológicas no serían exactamente convencionales, como pueden ser las de conducta, trabajo y signos, ya que las tecnológicas se basan en un conjunto de fórmulas de leyes capaces de dar razón de su efectividad; por ejemplo, la regla que prescribe engrasar periódicamente los automóviles se basa en la ley de que los lubricantes disminuyen el desgaste por fricción de las partes; es, por consiguiente, una regla bien fundada.

Una regla es tecnológica cuando está fundamentada en leyes científicas. Esta fundamentación se produce a través de enunciados nomopragmáticos (que se refieren a acciones). El enunciado "El agua hierve a 100°C" es un enunciado nomológico, porque describe una regularidad expresable como ley de la naturaleza. El enunciado "Si se calienta el agua a 100°C, entonces hervirá" es un enunciado nomopragmático (ya que introduce la acción específica de calentar). Y el enunciado "Para hervir el agua es necesario calentarla a 100°C" es una regla tecnológica. Es posible transformar las leyes científicas, mediante enunciados nomopragmáticos, en reglas tecnológicas. La diferencia entre predecir y aplicar se entendería entonces en función de la diferencia de los objetivos de la ciencia y la tecnología. Las predicciones se realizan para probar la adecuación de una teoría científica, mientras que las aplicaciones persiguen la solución de algún problema práctico. Los experimentos científicos prueban la adecuación de una teoría; los experimentos tecnológicos su efectividad.

Bunge (1969) nos aclara que toda buena teoría tecnológica operativa tendrá al menos varios rasgos característicos de las teorías de la ciencia: I) no se refiere directamente a piezas de la realidad, sino a modelos idealizados; II) como consecuencia de lo anterior, utiliza modelos teóricos; III) puede hacer uso de la información empírica y producir predicciones o retroediciones; IV) ser empíricamente contrastable.

2.5 Filosofía de la tecnología

En el ámbito de la reflexión filosófica sobre la naturaleza de la tecnología se identifican tres grandes formas de abordar el pensamiento sobre la tecnología, según lo propone Mitcham (1989a). La primera de ellas, con manifestaciones desde el siglo XVII, denominada de carácter ingenieril, está representada por los trabajos de Ernst Kapp, Peter K. Engelmeier y Friedrich Dessauer, entre los más destacados. A ella le sigue otra gran tradición humanística, asociada a los nombres de Lewis Mumford, José Ortega y Gasset, Martin Heidegger y Jacques Ellul. Y, finalmente, nos encontramos viviendo una nueva etapa, caracterizada por una discusión histórico-filosófica sobre la cuestión ética y, en general, sobre la responsabilidad moral en la tecnología, que nosotros abordaremos a través de las actividades de la Asociación de Ingenieros Alemanes. Vamos a desarrollar con un poco más de detalle alguna de las reflexiones clásicas en filosofía de la tecnología, siguiendo básicamente a Carl Mitcham (1989a, 1994). Completaremos este capítulo con el estudio de la evaluación de tecnologías y su desarrollo en los enfoques CTS.

2.5.1 La filosofía ingenieril de la tecnología

La filosofía ingenieril de la tecnología se caracteriza por su énfasis en el análisis de la estructura interna y la naturaleza de la tecnología. En ella la tecnología se acepta como algo dado, no cuestionable por una filosofía que se limita a analizarla y a extender sus exitosos modelos a otros ámbitos del pensamiento y de la acción.

Una de las primeras figuras en la filosofía ingenieril de la tecnología es Ernst Kapp, quien divide su vida entre lo que hoy es Alemania (de donde es expulsado en 1849 acusado de sedición y adonde retorna después de la Guerra de Secesión Norteamericana) y Estados Unidos. Hegeliano de izquierda, intenta materializar en su primera gran obra, *Geografía general comparada*, de 1845, el pensamiento idealista de Hegel, insuflándole elementos de la nueva ciencia geográfica de Ritter, quien sostenía el influjo de la geografía en la formación del orden sociocultural. *Líneas fundamentales de una filosofía de la técnica*, de 1877, hará que sea considerado el acuñador de la expresión “filosofía de la técnica”, por ser el primer libro que lleva en su título tal expresión. A lo largo de sus páginas desarrolla un interesante análisis de los elementos de la cultura (técnica, arte, lenguaje, estado) como progresiva proyección de los órganos del cuerpo humano.

En una sección de la fenomenología del espíritu, Hegel analiza la dinámica de lo que considera una de las relaciones sociales fundamentales: la que se produce entre el amo y el siervo. Según Hegel, el amo arriesgó en la lucha su ser físico y, por consiguiente, al vencer se transformó en amo. El siervo tuvo temor a la muerte y, en la derrota, con tal de salvar su vida física, aceptó la condición de siervo, se convirtió en un ser dependiente del amo. A partir de este momento, el amo utilizó al siervo, le hizo trabajar para él, limitándose a gozar de las cosas que el siervo le construía. En este tipo de relación se llevó a cabo un movimiento dialéctico, que acabaría por provocar una inversión de papeles. En efecto, el amo terminaría por convertirse en dependiente de las cosas, dejaría de ser independiente, porque ya no sabría hacer lo que hacía el siervo, mientras que éste, al hacer las cosas, acabaría por independizarse de ellas. Es decir, el siervo, a través de su trabajo técnico, alcanzaría su propia dignidad, independientemente de la opresión de otros seres humanos. Para Hegel, mediante esta tarea, el siervo era capaz de transformar el mundo, que de este modo era mucho menos noble que él mismo. Del trabajo del siervo surgió el deseo por el desarrollo tecnológico, el cual sería capaz de liberarle del entorno físico, lo que posibilitaría el nacimiento de la idea de una nueva sociedad libre e igualitaria.

Ernst Kapp recoge esta tesis de la reflexión hegeliana para formular su filosofía de la tecnología. Para Kapp, las herramientas y artefactos deben entenderse como diferentes clases de *proyecciones de los órganos humanos*. Es una idea presente ya en los escritos de Aristóteles; sin embargo, fue Kapp quien le dio una elaboración detallada y sistemática.

Así, el ferrocarril se define como una externalización del sistema circulatorio, y el telégrafo como una extensión del sistema nervioso. Ahora bien, la filosofía de Kapp no se reduce a elaborar una analogía de los instrumentos y los órganos humanos, sino que uno de los puntos centrales de su filosofía es la aplicación de su teoría a diferentes formas de organización social, planteando, por ejemplo, que el Estado es una extensión de la vida mental.

Ahora queda por resolver la cuestión de cómo fueron construidas las primitivas herramientas y utensilios y cómo lo son todavía hoy en alguna medida en los pueblos culturalmente más atrasados. Para responder, debemos esclarecer brevemente algunas cuestiones terminológicas. La palabra griega “órganon” mentaba en primer lugar un miembro corporal, a continuación, su imagen, el instrumento, y luego incluso el material, el árbol o madera con que había sido fabricado. El idioma alemán gusta intercambiar, aunque sólo en su uso fisiológico, las expresiones órgano e instrumento, sin establecer diferencia alguna entre órgano de la respiración e instrumento de la respiración, por ejemplo, mientras que en el terreno de lo mecánico

habla únicamente de instrumentos. No cabe una distinción precisa entre el órgano de la fisiología y el instrumento de la técnica. Del mismo modo que en la división interna del cuerpo denominamos órganos a aquellas formaciones que se ocupan de proporcionarle nutrición y sustento, y asimismo a aquellos sentidos que median como umbrales entre el exterior y el interior en la percepción de las cosas, corresponde también la denominación de órganos a la estructura externa, a las extremidades (Kapp, 1877, p. 111).

Otro de los precursores de la filosofía ingenieril de la tecnología es Peter K. Engelmeier. Engelmeier utiliza el término “filosofía de la tecnología” por primera vez en 1894, en un artículo publicado en un periódico alemán, en el que exige una reflexión general sistemática y una aplicación social de la actitud ingenieril hacia el mundo (Mitcham, 1994, p. 26).

Según Engelmeier, los tecnólogos y los ingenieros piensan que su meta es elaborar productos tecnológicos útiles. Sin embargo, ésta es sólo una parte de su tarea profesional, puesto que tecnólogos e ingenieros forman parte de los puestos más altos dentro del estatus social, convirtiéndose incluso en hombres de poder. Esta extensión de las funciones y de la influencia de los ingenieros y técnicos en la vida social, según Engelmeier, no sólo puede considerarse positiva, sino que es una consecuencia del enorme crecimiento económico de la sociedad moderna y es una buena señal para el futuro de las sociedades.

Se plantea entonces la cuestión de si los técnicos e ingenieros modernos están preparados para responder a esas nuevas demandas. Únicamente tras haber comprendido las interacciones que se dan entre la tecnología y la sociedad, se podrá responder a esta cuestión. Por tal motivo, sostiene dicho autor, es necesario investigar lo que representa la tecnología, cuáles son sus metas, qué clase de métodos utiliza, cuáles son las áreas vecinas dentro de la actividad humana que rodean a la tecnología, cuáles son sus relaciones con la ciencia, el arte, la ética, etc. En este sentido, Engelmeier apuesta por un trabajo interdisciplinario, en el que técnicos, ingenieros y filósofos trabajen en estrecha colaboración con el objetivo de clarificar el concepto de tecnología, de forma que se pueda evitar que lo que escriban los pensadores carezca de rigor técnico, y que lo que escriban los ingenieros no tenga el suficiente rigor analítico.

Los tecnólogos generalmente creen que han cumplido su cometido social cuando han elaborado productos buenos y baratos. Pero esa es sólo una parte de su tarea profesional. Los tecnólogos bien preparados de hoy no se encuentran solamente en las fábricas. Las carreteras, los medios de transporte, la administración económica, la urbana, etc., están ya bajo la dirección de ingenieros. Nuestros cole-

gas profesionales están accediendo a lo más alto de la escala social; incluso el ingeniero se convierte ocasionalmente en hombre de Estado. Sin embargo, el tecnólogo tiene que permanecer siempre como tecnólogo [...].

Esta ampliación de la profesión técnica parece ser no sólo bienvenida, sino que es consecuencia necesaria del enorme crecimiento económico de la sociedad moderna y es buena señal de su futura evolución.

La pregunta surge en torno a si el tecnólogo moderno está preparado para responder a las nuevas demandas. Tal pregunta parece difícil que pueda ser respondida afirmativamente, porque no sólo incluye el manejo de nuestra especialización en el sentido de tecnología práctica, sino también alude a una visión de gran alcance: las interacciones entre tecnología y sociedad (Engelmeier, “Allgemeine Fragen der technick”, *Dinglers Polytechnisches Journal*, 311, núm. 2, 14 enero 1899, p. 21; citado por Mitcham, 1989a, pp. 32-33).

Engelmeier construye así un sistema filosófico en el que tanto los aspectos sociales de la tecnología como las cuestiones analíticas son elementos fundamentales en la definición de la tecnología, la máquina, la creatividad tecnológica, la invención, etc. En un documento de 1911: “La filosofía de la tecnología”, Engelmeier comienza con una descripción de lo que denomina el “imperio de la tecnología”. Así, con la creación de la Asociación Universal de Ingenieros en la Unión Soviética en 1917, Engelmeier comienza a defender lo que en Estados Unidos se había convertido en el movimiento tecnocrático: la idea de que los negocios y la sociedad deberían transformarse y gestionarse de acuerdo con los principios tecnológicos (Mitcham, 1994, p. 28).

En definitiva, Engelmeier se propuso como objetivo defender la necesidad de desarrollar un programa filosófico que abordase la tarea de definir el concepto de tecnología, los principios de la tecnología contemporánea, en el que se analizase la tecnología como un fenómeno biológico y antropológico. Este programa filosófico estaba también preocupado por analizar el papel de la tecnología en la historia de la cultura, las relaciones entre la tecnología y la cultura, la tecnología y la ética, y la tecnología frente a otros factores sociales.

Otra de las principales figuras en el ámbito de la filosofía ingenieril de la tecnología es Friedrich Dessauer. Dessauer fue doctor en filosofía natural, en medicina, en ingeniería y en teología. De ahí que se trate de un autor que conocía tanto la tecnología desde dentro (por su condición de ingeniero y de médico), como desde fuera (por ser filósofo y teólogo). Por este motivo, Dessauer propuso

una filosofía de la tecnología de índole *ecuménica*. De hecho, aunque defendía la filosofía con todo el vigor que poseía, siempre estaba abierto al diálogo con aquellas personas no tan favorables a la tecnología, como los existencialistas, algunos teóricos sociales y teólogos.

Como señala Mitcham (1994), se puede resumir la filosofía de la tecnología de Dessauer a través de la comparación de su obra con la de los filósofos de la ciencia, quienes se ocupaban de analizar la metodología del conocimiento científico o discutían las implicaciones de determinadas teorías para la antropología y la cosmología. Según Dessauer, ambos enfoques estaban equivocados al no reconocer el poder del conocimiento técnico, que se había convertido en el mundo moderno en una nueva forma de existir para los seres humanos.

Los filósofos de profesión se citaron unos a otros, pero casi nunca a los autores procedentes de la técnica. Tampoco pidieron a los técnicos instrucción, información u opinión. El tema les tuvo que permanecer ajeno, y, por tanto, nacieron necesariamente errores y toscas simplificaciones (Dessauer, 1956, 373).

En 1926 publicó su libro *Philosophie der Technik*, que tuvo una gran difusión hasta que fue prohibido por el régimen nacionalsocialista. En 1956 edita un nuevo libro, *Streit um die Technik* (*Discusión sobre la Técnica*). No obstante, en el prólogo del mismo señala que, en realidad, se trata de una reedición del libro de 1926. Este libro se presenta como una defensa de la técnica en un momento en el que se multiplican los ataques contra ella.

El objetivo fundamental de Dessauer era ofrecer un análisis kantiano de las precondiciones transcen^dentes del poder tecnológico, así como reflexionar sobre las implicaciones éticas de su aplicación. Dessauer defendía que había que añadir una cuarta a las tres críticas kantianas del conocimiento, de la moral y de la estética: la crítica de la producción tecnológica (Mitcham, 1989a, p. 46). En la *Critica de la razón pura*, Kant trataba de buscar las condiciones del conocimiento, y defendía que éste está necesariamente limitado al mundo de los sentidos, al mundo de los fenómenos, de forma que el conocimiento nunca puede llegar a conocer a las cosas-en-sí-mismas. La *Critica de la razón práctica* y la *Critica del juicio* mantienen la existencia de una realidad transcen^dental de los fenómenos como una precondición para el ejercicio del deber moral y del sentido de la belleza. Tomando como marco de referencia estas tesis kantianas, Dessauer defiende que la producción, en especial bajo la forma de la invención tecnológica, proporciona un contacto positivo con las cosas-en-sí-mismas. La esencia de la tecnología no se encuentra ni en la manufactura industrial (que simplemente da lugar a la producción en masa de artefactos) ni en los productos (que sólo son consumidos por los usuarios), sino en el acto de creación o producción tecnológica (Mitcham,

1994, p. 31). Dessauer identifica la inspiración creativa del técnico y la del artista con el objetivo de relacionar la ingeniería con las humanidades.

Para Dessauer, la primera característica de los objetos técnicos es su vinculación con las leyes naturales. Un microscopio, un avión, etc., funcionan siempre de manera casual y mediante un proceso que se basa en las leyes de la naturaleza. Hay una armonía entre la creación tecnológica y las leyes de la naturaleza. Ahora bien, según Dessauer, la naturaleza y los propósitos humanos son condiciones necesarias pero no suficientes para la existencia de la tecnología. A diferencia de los procesos naturales, en la producción técnica la finalidad está marcada por la imagen del objeto imaginada por su creador humano. En este sentido, *el trabajo interior del técnico* pone al inventor en contacto con una cuarta realidad, la de las soluciones preestablecidas para los problemas técnicos. Para Dessauer está claro que lo que no existe no puede ser hallado. Los inventos técnicos son, pues, realizaciones de las potencialidades o de los entes posibles, no creaciones de la nada absoluta. Por tal motivo, el trabajo interior del ingeniero implica el contacto con las cosas-en-sí-mismas trascendentales de los objetos técnicos. Para Dessauer, en el proceso de invención de un artefacto hay dos hechos fundamentales: que la invención, como artefacto, no es algo que se encuentre previamente en el mundo de la apariencia, y que cuando ésta hace su aparición a través de la labor del ingeniero, el aparato realmente funciona. Por tanto, la invención como tal no es sólo un sueño, sino que surge a partir de un encuentro cognitivo con la esfera de las soluciones preestablecidas a los problemas técnicos.

El hombre, como ser que no acaba en la naturaleza, construye su medio ambiente, su esfera de percepción y de actuación por sí mismo. La naturaleza virgen ofrece al cuerpo humano lo mismo que a los animales, pero el hombre amplía sin cesar su medio ambiente en “percepción” y en “acción”, construyendo todo aquello que corresponde a las facultades y necesidades de su alma, y que designamos con el término general de civilización. Civilización es lo que está más allá de la naturaleza, superando lo físico, lo vegetal y lo animal, y que procede del cuidado humano (Dessauer, 1956, p.185).

2.5.2 La filosofía de la tecnología humanista

Al contrario que la tradición ingenieril en filosofía de la tecnología, la filosofía humanista de la tecnología presta una mayor atención a las relaciones externas de la tecnología con el mundo social, político, etc. La tecnología no es el modelo a imitar sino el tema para una reflexión de índole más externa, crítica e interpretativa.

El análisis filosófico de Lewis Mumford se enmarca dentro de la tradición naturalista romántica norteamericana, que se extiende desde Ralph Aldo Emerson hasta John Dewey. Esta tradición es mundana en cuanto se preocupa por la ecología ambiental, la armonía de la vida urbana, la preservación de la naturaleza y la sensibilidad hacia las formas orgánicas. Y es romántica porque defiende que la naturaleza material no es el punto final de la explicación de la actividad orgánica, al menos en su forma humana. Para estos autores la base de la acción humana es la mente y la aspiración de autorrealización creativa (Mitcham, 1994, p. 40).

En 1930 Mumford publicó un breve artículo donde defendía que las máquinas deberían ser analizadas en términos de sus orígenes psicológicos y prácticos, y evaluadas tanto en función de su validez ética y estética como tecnológica (Mitcham, 1989a, p. 53). En 1934 se edita su libro clásico, *Técnica y civilización*, donde trata de realizar un recorrido por los cambios que la máquina ha introducido en las formas de la civilización occidental, y de explicar los orígenes psicológicos y culturales de la tecnología. Según Mumford, el desarrollo de la máquina se ha producido en tres oleadas sucesivas, que van desde los primeros aparatos que se servían del viento y el agua (fase eotécnica), pasando por las máquinas que empleaban el carbón y el acero entre 1750 y 1900 (fase paleotécnica), para terminar con las eléctricas, compuestas de diferentes aleaciones metálicas a partir de 1900 (fase neotécnica).

Mumford piensa que las máquinas imponen una serie de limitaciones a los hombres fruto de los accidentes que han acompañado su evolución, que surgen del rechazo de lo orgánico y de lo vivo. Por tanto, si la máquina es una proyección de los órganos humanos, como defienden algunos filósofos en la tradición ingenieril, lo es sólo entendida como limitación.

En su obra *El mito de la máquina*, Mumford tiene como objetivo explicar las fuerzas que han determinado la tecnología desde los tiempos prehistóricos, y como éstas han configurado al hombre moderno. Mumford no se limita a un análisis de la sociedad moderna, sino que va a los orígenes de la cultura humana. Así, por ejemplo, rechaza la idea del progreso humano como consecuencia del control de herramientas y el dominio de la naturaleza. Demuestra cómo las herramientas, en sí mismas, no pueden desarrollarse al margen del lenguaje, la cultura y la organización social. Para Mumford, el hombre ha de considerarse no *homo faber* sino *homo sapiens*. La base de la humanidad no es la manipulación sino el pensamiento, no son los instrumentos sino las mentes. Es decir, para Mumford la esencia de la humanidad no es la manipulación sino la interpretación y el pensamiento.

No podemos comprender el papel que las técnicas han jugado en el desarrollo humano sin una visión más profunda de la naturaleza histórica del hombre. Con todo, esta visión ha estado empañada durante el

último siglo, condicionada por un ambiente social en el que ha proliferado un gran número de nuevas invenciones mecánicas, suprimiendo los procesos e instituciones antiguas, y modificando la concepción tradicional tanto de las limitaciones humanas como de las posibilidades técnicas (Mumford, 1967, p. 4).

La tecnología no puede ser vista como la principal vía de avance de la humanidad. Los avances técnicos son importantes porque permiten al hombre utilizar y desarrollar toda su capacidad, pero tienen una menor importancia en tanto que instrumentos que facilitan, por ejemplo, el control de la naturaleza. La creación de la cultura simbólica a través del lenguaje es incomparablemente más importante para el desarrollo humano que la invención de cualquier instrumento.

En este proceso de autodescubrimiento y autotransformación, las herramientas son útiles como instrumentos auxiliares en sentido estricto, pero no pueden ser consideradas como el agente principal del progreso humano; las técnicas, hasta nuestra época, nunca han estado separadas de la cultura en la que el hombre, como hombre, se ha movido siempre. El término griego ‘téchne’ no distinguía entre la producción industrial y la creación artística y simbólica; y durante la mayor parte de la historia humana ambos aspectos fueron inseparables (Mumford, 1967, p. 9).

A partir de estas consideraciones, Mumford clasifica las tecnologías en dos grandes grupos: las políticas y las monotécnicas. Las poli o biotecnologías son las formas básicas de manipulación; en un principio, según Mumford, las tecnologías estaban orientadas a la vida, manteniendo una estrecha relación con la cultura. Sin embargo, las monotecnologías o tecnologías autoritarias que se basan en el conocimiento científico, se centran en la expansión económica, en la superioridad militar, etc., y producen eventualmente la destrucción de la cultura y de la vida humana.

El resultado es que las tecnologías monotécnicas, basadas en la inteligencia científica y en la producción cuantitativa orientadas fundamentalmente a la expansión económica, la satisfacción material y la superioridad militar, han ocupado el lugar de las tecnologías políticas, cimentadas sobre todo, como en la agricultura, en las necesidades, aptitudes e intereses de los seres vivos (Mumford, 1970, p. 155).

El principal ejemplo de monotecnología es, sin duda alguna, la tecnología moderna. Sin embargo, Mumford defiende que ésta no surge durante la Revolución Industrial, sino que hay que remontarse muchos años atrás. Sus orígenes se encuentran en lo que Mumford define como la “megamáquina”: el desarrollo de una organización social rígida y jerárquica. Los primeros ejemplos de

megamáquinas los encontramos en los grandes ejércitos de la antigüedad o en los grupos de trabajadores de las pirámides de Egipto o de la Gran Muralla de China. Por supuesto, la megamáquina puede ofrecer importantes beneficios, pero siempre al coste de deshumanizar y limitar las aspiraciones y deseos de los seres humanos. Con la llegada de la Revolución Industrial, la megamáquina se hizo algo cotidiano. La consecuencia fue *el mito de la máquina*, o la noción de que la mega-tecnología es necesaria y siempre beneficiosa (véase Mumford, 1970, cap. 10).

Otro autor destacado de esta tradición es José Ortega y Gasset. Ortega integra sus estudios de la técnica dentro de la corriente que él mismo definía como “raciovitalismo”, que, como programa de investigación ontológica, nos permite acceder a un marco de interpretación en el que los caracteres esenciales del fenómeno estudiado —en este caso la técnica— se ponen de manifiesto a través de su vinculación con la vida humana. El objetivo de Ortega es una investigación de índole “trascendental” que busca establecer los rasgos de la técnica desde un *a priori* racio vital: el hombre es un ser técnico, y de lo que se trata es de averiguar por qué lo es, atendiendo para ello no a condiciones empíricas sino “histórico-vitales” (Martín Serrano, 1989, p.119).

A través de este programa de investigación Ortega elabora una perspectiva ontológica sobre la técnica, que complementa otros puntos de vista desde los cuales dicho fenómeno puede ser considerado. Esta visión ontológica es, sin duda, pionera como modelo de indagación que, junto a ideas de Heidegger en torno a este mismo tema, ha de ser tomado como punto de referencia ineludible de toda especulación sobre el sentido de la técnica y su papel en la vida humana.

Ortega concibe la técnica como una serie de actos específicos del hombre realizados con el objetivo de satisfacer sus necesidades, modificando o reformando la naturaleza, y haciendo que haya en ella algo que no había. La técnica es vista como una adaptación del sujeto al medio. Ortega basa su filosofía de la tecnología en la idea de que la vida humana está íntimamente relacionada con las circunstancias. Ahora bien, no se trata de una relación pasiva, sino de una respuesta activa: el hombre crea esas mismas circunstancias.

Como señala Mitcham (1994, p. 46), en este proceso de creatividad hay dos etapas. La primera es la imaginación creativa de un proyecto del mundo que el ser humano desea conseguir, y la segunda es la realización material de este proyecto. Ahora bien, una vez que la persona ha imaginado y desarrollado creativamente cuál es su proyecto, hay ciertos requisitos técnicos necesarios para su realización. En función de esta tesis, Ortega defiende que hay tantas clases de técnicas como proyectos humanos. Ortega define a los seres humanos como *homo faber*. No obstante, hay que precisar que aquí *faber* no se reduce a la fabricación material, sino que incluye también la creatividad espiritual.

Ortega divide la historia de la técnica en tres etapas: *las técnicas del azar, las técnicas del artesano, y las técnicas de los ingenieros*. El modo en el que uno descubre los medios que considera oportunos para la realización de su proyecto personal se presenta como el elemento diferenciador entre estos tres tipos de técnicas. Así, en la primera etapa Ortega defiende que el azar es el *técnico*, puesto que es el que proporciona el invento. En ella los actos técnicos casi no se diferencian del conjunto de los actos naturales; para el primitivo hacer fuego es prácticamente lo mismo que andar, nadar, golpear, etc. En la segunda etapa, el repertorio de los actos técnicos se ha desarrollado considerablemente, por lo que es preciso que ciertos hombres se encarguen de ellos y les dediquen su vida: los artesanos. Únicamente en la tercera etapa, con el establecimiento del modo analítico asociado al nacimiento de la ciencia moderna, es cuando surge la técnica o tecnología del ingeniero, y es precisamente en ese momento cuando se puede hablar propiamente de tecnología (véase el capítulo “¿Qué es Sociedad?”).

A mi entender, un principio radical para periodizar la evolución de la técnica es atender la relación misma entre el hombre y su técnica o, dicho en otro giro, a la idea que el hombre ha ido teniendo de su técnica, no de ésta o aquella determinadas, sino de la función técnica en general [...].

Partiendo de este principio podemos distinguir tres enormes estadios en la evolución de la técnica:

- a) *La técnica del azar.*
- b) *La técnica del artesano.*
- c) *La técnica del técnico.*

La técnica que llamo del azar, porque el azar es en ella el técnico, el que proporciona el invento, es la técnica primitiva del hombre pre y proto-histórico y del actual salvaje [...].

Pasemos al segundo estado: la técnica del artesano. Es la técnica de la vieja Grecia, es la técnica de la Roma pre-imperial y de la Edad Media [...].

Ya hemos señalado algunos de los caracteres del tercer estadio. A éste le hemos denominado “la técnica del técnico”. El hombre adquiere la conciencia suficientemente clara de que posee una cierta capacidad por completo distinta de las rígidas, inmutables, que integran su porción natural o animal. Ve que la técnica no es un azar, como en el estadio primitivo, ni un cierto tipo dado y limitado del hombre —el artesano— (Ortega y Gasset, 1982, pp. 75 y ss.).

La aparición de la tecnología en la tercera etapa lleva inevitablemente, según Ortega, al desvanecimiento de la facultad imaginativa. En la antigüedad, las personas eran totalmente conscientes de las cosas que eran capaces de hacer, de sus limitaciones y restricciones. Así, después de haber imaginado un determinado proyecto, una persona debía pasar varios años intentando resolver, por ejemplo, los problemas técnicos necesarios para la realización del proyecto. En la actualidad, siguiendo a Ortega, las ilimitadas posibilidades que la tecnología abre ante nosotros y la facilidad de su realización, anula el desafío de los proyectos humanos y apaga el brillo de la voluntad individual (Mitcham, 1994, p. 48).

Otro tratamiento filosófico clásico en la tradición humanística es el que realiza el filósofo alemán Martin Heidegger. Heidegger se propone una reflexión sobre la tecnología en un sentido general, con el objetivo de alcanzar un marco comprensivo acerca de la tecnología moderna. Como Ortega, Heidegger aborda el tema de la tecnología desde la perspectiva de la ontología. Heidegger plantea la reflexión sobre la tecnología en estrecha relación con la cuestión del ser. Heidegger piensa, incluso, que la reflexión sobre la tecnología puede ayudar a comprender la cuestión fundamental del ser.

Heidegger reflexiona sobre la tecnología en diferentes obras, pero sobre todo en la que lleva por título *La Pregunta por la técnica* (1954). En ella, Heidegger plantea la cuestión: ¿qué es la técnica? Dos son las respuestas comunes: la técnica es un medio para ciertos fines, y la técnica es un obrar del hombre. Heidegger afirma que, si bien estas definiciones son correctas, no dan cuenta de lo más característico de la técnica. Estas definiciones no muestran la esencia de la técnica y, precisamente, a él le interesa la pregunta por la esencia de lo que es la tecnología. La tecnología es un desocultar, un sacar a la luz, un producir con características particulares. La tecnología es una clase de revelación que transforma y desafía la naturaleza para generar una clase de energía que puede ser almacenada de forma independiente y ser transmitida posteriormente.

Esto no sucedía con la técnica antigua. Por ejemplo, las aspas del molino de viento estaban abandonadas al movimiento de éste y desarrollaban un trabajo pero no abrían las energías de la corriente de aire para almacenarlas. El trabajo del campesino no provocaba al campo, sino que más bien lo cultivaba y lo cuidaba, esperando que creciese el trigo y produjese el grano. Según Heidegger, hoy día se provoca al aire para que proporcione nitrógeno; el cultivo del campo se ha convertido en industria alimenticia; el suelo es provocado para que suministre mineral, por ejemplo uranio; y éste es provocado, a su vez, para que proporcione energía atómica, que puede ser usada para la destrucción o para utilidad y fines pacíficos. Es decir, en la técnica moderna se da un constante solicitar, un provocar. La tecnología moderna desafía a la naturaleza. Mientras que el molino de viento se mantiene en una estrecha y respetuosa relación con

el medio ambiente (por ejemplo, depende de la tierra de un modo que la tecnología moderna no necesita; los molinos sólo trasmiten la energía a través del movimiento, de forma que si el viento no sopla no se puede hacer nada), la central eléctrica rara vez se ajusta o complementa a la naturaleza (no sólo contamina el medio ambiente sino que su localización viene determinada por las necesidades urbanas y no por las características del paisaje, como en el caso de los molinos tradicionales). Además, las tecnologías modernas tienen una forma interna que es rehén de cálculos estructurales, de forma que exhiben siempre el mismo carácter sea cual sea el lugar donde se instalen, al margen de las características del paisaje.

Un último autor que vamos a mencionar brevemente en esta tradición es el filósofo francés Jacques Ellul. Para Ellul la tecnología es el fenómeno más importante del mundo moderno. Así, defiende que el capital ya no es el motor de la sociedad tal y como sucedía en el pasado; ahora es la tecnología la fuerza motriz de la sociedad, que define como la totalidad de los métodos a los que la racionalidad ha llegado y la eficacia absoluta en todos los campos de la actividad humana. El objetivo de Ellul en su obra clásica de 1954, *La Technique*, es estudiar la tecnología del mismo modo que Marx estudió el capitalismo un siglo antes.

Ellul distingue entre lo que denomina las operaciones tecnológicas y el fenómeno tecnológico. Las operaciones tecnológicas son múltiples, tradicionales y determinadas por los aspectos contextuales. El fenómeno tecnológico (o la tecnología) es único y define el marco que determina el modo exclusivo de hacer y utilizar los artefactos, de forma que éstos sean capaces de dominar otras formas de la actividad humana. La distinción entre operaciones tecnológicas y fenómeno tecnológico es similar a la distinción mumfordiana entre las tecnologías biotécnicas y las monotécnicas. Del mismo modo, recoge la clasificación de Ortega en la medida en que las tecnologías del azar y las tecnologías del artesano son, en cierto modo, operaciones tecnológicas.

2.5.3 Discusión histórico-filosófica sobre la cuestión ética. El comité “Humanidad y Tecnología” de la Asociación de Ingenieros Alemanes

Uno de los intentos más fructíferos para superar la dicotomía entre la tradición ingenieril y la tradición humanista en la filosofía de la tecnología se halla en la apuesta de la Asociación de Ingenieros Alemanes (Verein Deutscher Ingenieure: VDI).

La Asociación de Ingenieros Alemanes se fundó en el año 1856, jugando desde sus inicios un papel protagonista en la articulación y promoción de la filosofía de la tecnología en Alemania. El objetivo de la VDI ha sido poner fin

a la *demonización de la tecnología*, y por ese motivo ha tratado de recuperar y promover el prestigio de la tecnología. Así, por ejemplo, en 1909 creó un boletín informativo, que después de varios títulos se denominó *Técnica y Cultura*. Dicho boletín nació con la tarea de reflexionar acerca de la dimensión cultural de la tecnología. La VDI dejó de publicar el boletín durante el régimen nacionalsocialista, después de que éste tratase en vano de aproximar a la asociación a sus puntos de vista.

Después de la II Guerra Mundial, la tradición ingenieril de la filosofía de la tecnología experimentó un importante crecimiento, debido en gran parte al sentimiento de responsabilidad por el papel que los ingenieros habían jugado durante la guerra. Como resume el ingeniero Albert Speer en su memoria *Dentro del Tercer Reich*:

Deslumbrado con las posibilidades de la tecnología, dediqué mis años más importantes a servirla. Pero al final mis sentimientos sobre la tecnología son muy escépticos (Speer 1970, p. 619, citado por Mitcham, 1994, p. 66).

Para abordar el tema de la responsabilidad de los ingenieros, los miembros de la Asociación de Ingenieros Alemanes empezaron a reunirse de manera sistemática, de forma que en 1947 se reinstituyó la Asociación con una conferencia inaugural en la que se abordaba el tema de los aspectos éticos y culturales de la tecnología. Durante la década de los 50, ingenieros y filósofos alemanes se reunieron con el fin de analizar los desafíos que la II Guerra Mundial había impuesto a los primeros, para discutir sobre los posibles desarrollos futuros de la tecnología. Entre los temas abordados en estas reuniones destacan, por ejemplo, la responsabilidad de los ingenieros, el ser humano y el trabajo en la era tecnológica, el cambio de la humanidad como consecuencia de la tecnología, y el ser humano en el ámbito de la tecnología.

En 1950, casi cien años después de su fundación, la Asociación creó el comité “Hombre y Técnica”, que nacía con la tarea de analizar el papel del ingeniero en su profesión y en la sociedad en general. Este comité se dividió en varios subcomités: “Pedagogía y Tecnología”, “Religión y Tecnología”, “Lenguaje y Tecnología”, “Sociología y Tecnología” y, finalmente, “Filosofía y Tecnología”. Filósofos de la tecnología alemana de reconocido prestigio, como Hans Lenk, Simon Moser, Friedrich Rapp, Günter Ropohl, etc., participaron intensamente desde las primeras sesiones en estos subcomités (Mitcham, 1994, pp. 66-67).

Gracias al debate estimulado por la VDI, Lenk, Moser, Rapp, Ropohl, etc., desarrollaron un nuevo enfoque dentro de la filosofía de la tecnología. Para estos autores, la tarea de la filosofía de la tecnología era la de desarrollar un análisis

sis sistemático de las actividades tecnológicas, que hiciese posible la aproximación de los políticos y del público al trabajo de los ingenieros a través de la explicación de este tipo de quehacer. La filosofía de la tecnología debía proponer también medidas éticas para la evaluación de la propia tecnología. En definitiva, como señala I. Hronzsky, la filosofía de la tecnología debía conducir a una alfabetización tecnológica del público, y a un impulso de la dimensión ética de la tecnología para suscitar cierta conciencia ética acerca del desarrollo tecnológico (Hronzsky, 1998, p. 101). En su obra *Hacia una filosofía de la tecnología interdisciplinar y pragmática: La tecnología como el centro de una reflexión interdisciplinar y una investigación sistemática*, Hans Lenk y Günter Ropohl (1979) mantenían que los problemas del mundo tecnológico, dado su carácter multidimensional, sólo pueden abordarse con alguna posibilidad de éxito partiendo del presupuesto de una participación activa de los *generalistas* de las ciencias sociales y los *universalistas* de la filosofía; y resueltos de forma adecuada contando con la aportación de los expertos en ingeniería. Para estos autores se hace necesaria una cooperación efectiva entre ingenieros y filósofos que se extienda por los obsoletos departamentos y rompa con las fronteras académicas.

Uno de los proyectos iniciales del comité “Humanidad y Tecnología” fue la evaluación crítica de las diferentes interpretaciones de la tecnología. Esta labor analítica generó una serie de artículos publicados en su *VDI-Nachrichten* (su periódico semanal), compilados en los volúmenes anuales de la Asociación. Durante los años sesenta, la Asociación realizó su labor a través de subcomités y mediante informes ocasionales; sin embargo, a partir de 1967 instituyó el “día de los ingenieros”: un congreso bianual que se enfrentaba a temas relevantes. En 1970, organizó un congreso en Ludwigshafen sobre las consecuencias económicas y sociales del progreso tecnológico, que recibió un extenso seguimiento por parte de los medios de comunicación (Mitcham, 1994, p. 71).

Durante los años setenta y ochenta, la ética ingenieril, y en especial los códigos éticos de los ingenieros, se convirtieron en temas centrales para la VDI. Desde principios de los setenta la Asociación realizó un considerable esfuerzo para alcanzar una comprensión adecuada de lo que es y cómo se debería realizar la evaluación de tecnologías y la ética de los ingenieros. Un grupo de trabajo de la VDI, entre cuyos miembros destacan Lenk, Ropohl, Huning y Rapp, elaboró la *Guía de la VDI*, donde se formula un código compuesto de ocho valores que tratan de conciliar principios ingenieriles, económicos y éticos, y donde se recomienda a los ingenieros que se rijan por ellos.

Lectura complementaria

MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.

2.6 Evaluación de tecnologías

Los años sesenta y setenta constituyen una referencia obligada cuando se trata de entender en contexto cualquier tema relacionado con la regulación pública de la tecnología. Esas décadas son las de una acumulación de catástrofes relacionadas con la tecnología, y en las que se desarrollan activos movimientos sociales contraculturales que hacen de la tecnología el blanco de sus críticas, difundiéndose una actitud de sospecha entre la opinión pública respecto a la innovación tecnológica y la intervención ambiental (el llamado “síndrome de Frankenstein”). Pero es también la época en que comienza a transformarse la política de “cheque en blanco y manos libres para los científicos”, 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.

Institucionalización de la ET

Finales de los sesenta y principios de los setenta son los años de la creación de la *Environmental Protection Agency* (EPA-Agencia de Protección Ambiental) y de la *Office of Technology Assessment* (OTA-Oficina de Evaluación de Tecnologías), ambas en EE.UU., unas iniciativas pioneras del nuevo modelo político de gestión, a las que seguirán otras muchas en EE.UU. y otros países. La EPA se crea en 1969 como agencia del gobierno federal, con el propósito de anticipar, regular y corregir los impactos ambientales negativos de los nuevos productos científico-tecnológicos. Poco tiempo después de su creación prohibirá el DDT, ya denunciado en 1962 por Raquel Carson en *Silent Spring*. La OTA, aunque fue disuelta a mediados de los noventa debido al recorte del gasto público promovido por la mayoría republicana del Congreso, marca desde su creación el patrón internacional respecto a evaluación de tecnologías. Su ámbito de trabajo constaba de tres divisiones principales: (1) energía, materiales y seguridad internacional; (2) ciencias de la vida y la salud; y (3) ciencia, información y recursos naturales. La ejecución de la evaluación se llevaba a cabo mediante contratos de investigación con instituciones externas. Los informes, estudios y testimonios elaborados por la OTA se remitían finalmente al Congreso, que, sobre la base de esta información, trataba de identificar opciones políticas alternativas y anticipar desarrollos de importancia (González García, López Cerezo y Luján López, 1996; Petrella, 1994).

Entre las más importantes iniciativas desarrolladas y ensayadas desde finales de la década de los años sesenta se encuentran los instrumentos y mecanismos de evaluación de tecnologías (ET) y de evaluación de impacto ambiental (EIA). Otro ámbito importante de innovación en las políticas públicas sobre ciencia

y tecnología concierne a la gestión de las mismas y la apertura de los procedimientos de toma de decisiones al escrutinio social y a la participación pública (véase a este respecto el capítulo “¿Qué es CTS?”).

2.6.1 El modelo clásico de evaluación de tecnologías

En este contexto histórico e institucional se desarrolla el modelo clásico de ET. De acuerdo con una versión refinada de ese modelo, 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 los positivos y contribuyendo a su aceptación pública (véanse Sanmartín y Ortí, 1992; Shrader-Frechette, 1985b y 1985c; Westrum, 1991).

Las fases de la ET son las siguientes

- 1) Identificación de impactos, estudiando la interacción entre tecnologías y contextos sociales. Se distinguen impactos directos e indirectos, así como diversos tipos de impacto: ambiental, psicológico, institucional/político, social, tecnológico, legal y económico.
- 2) Análisis de impactos, determinando la probabilidad, severidad y tiempo de difusión de los impactos identificados, los grupos afectados y su respuesta probable, así como la magnitud previsible de los impactos indirectos. Existen diversos tipos de análisis: análisis coste-beneficio, modelos de simulación, métodos *delphi* de sondeo de opinión especializada, etc.
- 3) Valoración de impactos. Se trata aquí de determinar la aceptabilidad de los impactos analizados a la luz de valores dados. Por ejemplo, en la valoración de riesgos se utilizan normalmente uno o más de los siguientes métodos: preferencias reveladas (estimación de preferencias a través de indicadores), preferencias expresadas (vía sondeos), estándares naturales (comparación con riesgos o impactos naturales normalmente aceptados), etc.
- 4) Análisis de gestión. En esta última fase se trata de suministrar asesoramiento para la toma de decisiones en política científico-tecnológica.

Las evaluaciones o análisis de impacto ambiental, por su parte, constituyen en la actualidad una clase de aplicación de las técnicas de ET, normalmente al estudio de las consecuencias ambientales de la ejecución de un proyecto o implantación de una tecnología en un contexto regional y a corto o medio plazo (González García, López Cerezo y Luján, 1996; Wathern, 1987).

Impactos indirectos

Una de las cuestiones más delicadas e importantes del análisis de impactos en la ET es la identificación de impactos indirectos de n-ésimo orden. Un entretenido ejemplo clásico de J. Coates (1971) sobre las consecuencias de la televisión, puede mostrar la importancia de esta cuestión.

- *Primer orden:* nueva fuente de entretenimiento y diversión en los hogares.
- *Segundo orden:* más tiempo en casa, se deja de ir a cafés y bares donde se veían los amigos.
- *Tercer orden:* los residentes de una comunidad ya no se encuentran con tanta frecuencia y se deja de depender de los demás para el tiempo de ocio.
- *Cuarto orden:* los miembros de una comunidad comienzan a ser extraños entre ellos; aparecen dificultades para tratar los problemas comunes; las personas comienzan a sentir mayor soledad.
- *Quinto orden:* aislados de los vecinos, los miembros de las familias comienzan a depender más los unos de los otros para la satisfacción de sus necesidades psicológicas.
- *Sexto orden:* las fuertes demandas psicológicas de los esposos generan frustración cuando no se cumplen las expectativas; la separación y el divorcio crecen.

El análisis coste-beneficio, con o sin estimación de riesgos probables en tanto que costes, es la técnica más usada en ET y EIA, tanto en la empresa privada como en el ámbito de la administración pública. El fin de dicho análisis es determinar si el balance coste/beneficio es o no favorable a un determinado proyecto, para tomar decisiones sobre localización de recursos sobre tal base. La preponderancia en este tipo de análisis de las consideraciones económicas, y la arbitrariedad en la monetarización de externalidades negativas (como la polución o la destrucción de una especie) cuando no se omiten sin más, ha dado lugar a críticas bien conocidas (véase, e.g. Kevles, 1992; Shrader-Frechette, 1985b).

Un ejemplo de aplicación del análisis costo-beneficio para justificar el uso de la energía nuclear con el fin de obtener energía eléctrica más barata, a partir de unos supuestos éticos discutibles, es el que nos presenta Shrader-Frechette (1980). En principio, la política de radiación se sostiene sobre un supuesto ético básico: los beneficios económicos y tecnológicos obtenidos por el uso de la energía nuclear legitiman que se disperse algo de radiactividad en el entorno, aun considerando los posibles perjuicios genéticos y cancerígenos que se deriven de ello. Esta situación se sostiene sobre la base de consideraciones como las siguientes:

- *Principio de utilidad:* postula como fin moral maximizar el bien para la humanidad en su totalidad, aun bajo violaciones de equidad y justicia. Esta política permite despojar a las minorías de sus derechos para servir al bien de la mayoría, a la utilidad general.

- *Violación de la igualdad de derechos:* los niños estarían pagando mucho más que las demás personas los efectos del desarrollo tecnológico de la energía nuclear, ya que es más grave la exposición de niños a pequeñas cantidades de radiación (por cada rad de radiación hay una probabilidad de tres a seis veces más de que los niños contraigan cáncer).
- *Confusión entre lo que es normal y lo que es moral:* está en el supuesto de que todo lo que es normal, por ejemplo la muerte por radiación, es moral, confundiendo que todo lo normal, que no es ni bueno ni malo por sí mismo, no siempre es moral.
- *Los productores de plantas nucleares deben ser los responsables de su control:* esta práctica viola evidentemente los principios de juego limpio y de desinterés. También este principio ha facilitado que la sanción y la compensación dependan de que se pruebe que tales accidentes no fueron “intencionales”, y que han producido efectos observables para la salud; no hay que olvidar que los cánceres inducidos por radiación pueden tener un período de latencia hasta de cuarenta años; por tanto, es improbable que sean observables inmediatamente.

Aun siendo conscientes de limitaciones como las señaladas por Shrader-Frechette, debe reconocerse una relevancia social potencial para la ET. Un efecto indirecto positivo, que resultaría de contar con resultados evaluativos del tipo descrito en la gestión de políticas científico-tecnológicas, consistiría en favorecer una interacción menos problemática entre tecnología-naturaleza-sociedad, y, así, favorecer la viabilidad de una tecnología dada (Sanmartín y Ortí, 1992; González García, López Cerezo y Luján, 1996).

Como proponen José Sanmartín y Angel Ortí (1992), adaptando una propuesta de Kathi E. Hanna (1987), la reducción de impactos negativos puede lograrse tomando en consideración los informes evaluativos por parte del parlamento, del ejecutivo (gobierno, ministerios), de los grupos de interés, de la industria, etc. Pero además, en una visión ampliada de esa potencial utilidad social, cabe también señalar a los científicos, a la opinión pública, y, en general, a la participación ciudadana.

Lectura complementaria

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

2.6.2 Modelos generales de ET

Gotthard Bechmann (1993) establece tres diseños básicos de ET:

- *La evaluación instrumental* consiste en utilizar la mayor cantidad de conocimiento científico disponible con el fin de proporcionar información para las decisiones políticas sobre ciencia y tecnología.
- *La evaluación elitista* pretende canalizar la discusión política y pública sobre las tecnologías teniendo en cuenta las opiniones de destacados científicos.
- *La evaluación participativa* propone que, sobre el trasfondo de los conflictos sociales generados por la innovación, se analice la información fáctica sobre la tecnología en cuestión, así como la concerniente a los intereses y los grupos sociales implicados en su desarrollo. Sobre esta base, puede introducirse el modelo llamado de “evaluación constructiva de tecnologías” (ECT), en contraste con el modelo clásico de ET.

- *Evaluación clásica de tecnologías.* Tiene un carácter instrumental o elitista; está centrada en la regulación de los productos de la actividad tecnológica; es un modelo basado en la evaluación de impactos, y tiene una orientación económica y probabilística.
- *Evaluación constructiva de tecnologías.* Tiene un carácter participativo; centrada en el proceso de generación o “construcción” de las tecnologías; es un modelo anticipativo; con orientación interdisciplinar y comprehensiva. Se trata, en general, de reflejar en el proceso evaluativo la diversidad de valores e intereses presentes en la percepción de un problema técnico y en el diseño de líneas de acción.

La ECT supone una clara mejora de la evaluación clásica y deriva de la aplicación de los resultados de investigación CTS de la década de los años setenta, y especialmente de los ochenta. Este enfoque de la ECT ha tenido, además, una notable consolidación institucional en la Organización Neerlandesa de Evaluación de Tecnologías (NOTA), fundada en 1987, donde se ha aplicado con éxito este modelo a proyectos sobre tecnologías limpias, telecomunicaciones, biotecnología y otros.

2.6.3 El modelo ECT

Las diferencias entre la ET clásica y la ECT, esquematizadas arriba, son muy claras. El modelo clásico, en la crítica de B. Wynne (1995), concibe las trayectorias tecnológicas como hechos objetivos, donde la ET debe aplicar el conocimiento científico para descubrir impactos negativos de n-ésimo orden, de modo que el administrador y político pueda disponer los ajustes legales y sociales necesarios. Por el contrario, en la ECT se trata de un cambio de 180 grados: proponer cambios legales y sociales para anticipar y prevenir los impactos negativos.

En la ECT la evaluación es entendida como una interposición entre los procesos de innovación y la evaluación clásica de impactos, como una intervención correctiva sobre tecnologías emergentes que trata de modificar el ambiente social de selección de las mismas con el fin de modular su evolución y la gama y tipo de sus impactos.

La clave del modelo de la ECT, por tanto, es su reconceptualización de la dinámica de la tecnología. En esta nueva visión de la naturaleza y dinámica de las tecnologías, las trayectorias tecnológicas son entendidas como procesos multidireccionales de variación y selección, donde la generación de variación y el ambiente de selección dependen de entornos socialmente constituidos. Se denomina “cuasi”-evolutiva porque, a diferencia de la evolución biológica, la producción de variación no es ciega y el ambiente no es inmodificable (véase el programa SCOT en el capítulo “¿Qué es CTS?”).

Hipótesis de la ECT

Al considerar las trayectorias tecnológicas como procesos multidireccionales de variación y selección, las siguientes hipótesis constituyen la base teórica de la ECT, de acuerdo con M. Callon (1995, pp. 307-308):

- 1) El desarrollo tecnológico resulta de un gran número de decisiones tomadas por actores heterogéneos. Los actores más obvios son los científicos e ingenieros directamente involucrados, aunque también, de un modo creciente, esos actores incluyen a los usuarios reales o potenciales, a los empresarios y el mundo financiero, y a todos los niveles del gobierno. Estos actores negocian las opciones técnicas y, en algunos casos (después quizás de una larga serie de aproximaciones sucesivas), alcanzan compromisos mutuamente satisfactorios.
- 2) Las opciones tecnológicas no pueden ser reducidas a su dimensión estrictamente técnica. Las tecnologías tienen un carácter inherentemente social. De aquí que la valoración de las opciones tecnológicas sea un tema de debate político.
- 3) Las decisiones tecnológicas producen situaciones irreversibles, que resultan de la desaparición gradual de los márgenes de elección disponibles. A medida que transcurre el tiempo, las elecciones adoptadas están cada vez más predeterminadas por las decisiones tomadas anteriormente.

En cuanto a las iniciativas prácticas para llevar a cabo una ECT, y para hacer frente a los retos antes mencionados, destaca la organización de conferencias estratégicas en los Países Bajos, y los análogos congresos de consenso en Dinamarca y otros países (González García, López Cerezo y Luján, 1996). El modelo neerlandés ha servido de base para algunas propuestas y experiencias de evaluación constructiva de impacto ambiental en España. Las fases de estas experiencias, normalmente focalizadas en conflictos sociales relacionados con la innovación tecnológica o la intervención ambiental, son normalmente las siguientes:

- Identificación del conflicto y elaboración de un mapa sociotécnico de los diversos actores implicados.
- Estudio evaluativo de impactos (identificación, análisis y valoración de alternativas) de carácter comprehensivo e interdisciplinar, incluyendo la consideración de conocimiento especializado y local alternativo (proporcionado por actores específicos).
- Organización de conferencias estratégicas: información previa por separado a los grupos de interés y convocatoria de conferencias regulares con representantes de dichos grupos.
- Informe final (sobre la base del estudio y las conferencias) y diseminación de resultados.

2.6.3.1 La educación como escenario para el aprendizaje social de la ECT

La ECT supone una apuesta a favor de la regulación democrática de la innovación tecnológica. Ello implica la conveniencia de un aprendizaje social, ya que la participación pública de los actores sociales involucrados en un desarrollo tecnológico presupone unos hábitos sobre el análisis de tecnologías que pueden y deben ser adquiridos en las instituciones educativas. Así, las instituciones educativas, como antesala y a la vez laboratorio de la participación social efectiva, pueden servir para simular procesos de evaluación de tecnologías socialmente contextualizados, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- En los espacios educativos es viable y deseable la simulación del diálogo entre los actores involucrados.
- La evaluación simulada de tecnologías permite que ésta pueda plantearse como un proceso continuo.
- La conexión entre las tecnologías existentes y las nuevas puede analizarse educativamente para poner de manifiesto las implicaciones del atrincheramiento tecnológico.

- El aprendizaje de la evaluación tecnológica a través de simulacros educativos facilita a los ciudadanos los instrumentos para identificar y anticipar las consecuencias sociales, culturales, ambientales y políticas de las innovaciones tecnológicas reales.
- Es obvio que el mejor escenario para el aprendizaje social respecto de las consecuencias de las tecnologías debe ser el educativo, porque es éste el que permite adquirir los hábitos de la participación pública en su control antes de que tal participación ya no sea posible.

Por ello, las simulaciones educativas de situaciones en las que la innovación tecnológica conlleva implicaciones sociales controvertidas son solidarias con una idea de la educación (y de la educación tecnocientífica) que no se limite a la adquisición de rutinas o esquemas rígidos de carácter predominantemente conceptual. Tales simulaciones podrían consistir en el planteamiento de controversias públicas en el entorno inmediato de la escuela, que tendrían su origen en la implantación o desarrollo de algún proceso tecnológico que genere incertidumbres sobre sus implicaciones sociales. Planteada la naturaleza del problema de innovación tecnológica que afecta a ese entorno social, cabe simular la articulación de la red de actores que protagonizarían la controversia y que estarían enfrentados por intereses valorativos diversos. Cada uno de los actores sociales acudiría a los datos tecnocientíficos para legitimar su postura, y presentaría su prospectiva sobre las implicaciones sociales del desarrollo tecnológico que se planteara.

Los alumnos podrían simular por equipos las posiciones de los actores y plantear la “evaluación tecnológica” desde el punto de vista de los intereses de cada protagonista de la controversia. Así, se podrían configurar posiciones que previsiblemente existirían si la polémica fuera real, y que seguramente estarían resumidas en los cuatro tipos de actores indicados (aunque seguramente el papel de los “expertos” acabaría desdoblándose en diferentes colectivos tecnocientíficos, que aportarían informaciones legitimadoras de las demás posturas en la controversia).

Para la configuración de la red de actores simulada cabe plantear algunos perfiles genéricos de las actitudes sociales más frecuentemente presentes en este tipo de controversias. Así podrían caracterizarse en términos generales cuatro tipos de actores:

- 1) Actores interesados o favorecidos por la implantación de la tecnología de que se trate (e.g., empresarios, sindicatos, usuarios ...).
- 2) Actores críticos o abiertamente contrarios al desarrollo tecnológico que motiva la controversia (colectivos ecologistas, asociaciones de consumidores ...).
- 3) Expertos tecnocientíficos de los que se demanda asesoramiento para la evaluación de esa tecnología (instituciones de investigación o evaluación sobre el tema ...).

- 4) Mediadores con capacidad para el seguimiento y amplificación pública de la controversia (medios de comunicación) o instancias con responsabilidad pública en la toma de decisiones sobre la implantación de esa tecnología (administración, consejo escolar de la escuela ...).

La discusión pública, el intercambio dialógico y la confrontación de datos, informaciones, argumentos y prospectivas que cada equipo de estudiantes habría preparado en la situación elegida serviría para escenificar una posible evaluación constructiva de un desarrollo tecnológico.

2.7 Apuntes sobre el movimiento ludita

En su libro *Rebeldes contra el futuro*, Kilpatrick Sale (1996) defiende que hay mucho que aprender del movimiento ludita decimonónico de oposición al cambio tecnológico. Según Sale, podemos aprender mucho de los luditas aun cuando sean tan distantes y tan diferentes de nosotros, como también distante y diferente era su época de la nuestra. Nuestra sociedad está enraizada en el desarrollo de la Revolución Industrial, a la que los luditas se opusieron tan enérgicamente. En este sentido, han cambiado las máquinas, pero lo que es la base para el surgimiento de cualquier tipo de máquina (sus telares y nuestros ordenadores, sus trenes de vapor y nuestros trenes de alta velocidad), esto es, el sistema industrial, no ha cambiado excesivamente.

El movimiento ludita, que operó entre 1811 y 1816, fue un movimiento cuidadosamente organizado y disciplinado, lo que le proporcionó una alta efectividad en sus ataques, causando importantes daños. Se trataba de un movimiento con el suficiente apoyo popular, de forma que los luditas pudieron actuar en el anonimato, a pesar de las amenazas oficiales y de las cuantiosas recompensas ofrecidas a todo el que diese información sobre ellos. Todo esto nos permite entender que los luditas eran únicamente la parte visible de una insurrección más amplia. Entre 1811 y 1816 se despertó un amplio apoyo a los obreros que se resentían amargamente de las nuevas reducciones salariales, de la explotación infantil, de la supresión de las leyes y costumbres que en una época habían protegido a los obreros cualificados. Su descontento se expresó mediante la destrucción de máquinas, la mayoría de la industria textil. Desde entonces, el término “ludita” ha pasado a significar una oposición radical a la tecnología.

Concretamente, Sale sostiene que hay algunas lecciones que podemos aprender del movimiento ludita decimonónico:

- *Las tecnologías no son neutrales y, aunque algunas son beneficiosas, también hay otras perjudiciales.* En opinión de Sale, los luditas nos han enseñado que las máquinas no son neutrales: se construyen, en la mayoría de los casos, valorando sólo factores de carácter económico que se corresponden con el interés de unos pocos, mientras que suelen ser marginados, por irrelevantes, los aspectos sociales, culturales y medioambientales. Por tanto, la tecnología no es neutral, como sostienen muchos tecnófilos. En efecto, no podemos ver las tecnologías como un conjunto de herramientas o dispositivos, de mayor o menor complejidad, que pueden ser utilizados para bien o para mal. Muy al contrario, las tecnologías expresan valores e ideologías de las sociedades y de los grupos que las generan. Así, una cultura triunfalista y violenta es la base para producir herramientas triunfalistas y violentas. Por ejemplo, cuando el industrialismo americano transformó la agricultura después de la II Guerra Mundial, lo hizo con todo aquello que había aprendido en el campo de batalla: utilizando tractores diseñados tomando como base los tanques de guerra; aerofumigadores utilizando los aviones de guerra; pesticidas y herbicidas desarrollados a partir de las bombas químicas...
- *El industrialismo es siempre un proceso de cataclismo: destroza el pasado, cuestiona el presente y hace incierto el futuro.* Forma parte del *ethos* del sistema industrial valorar el desarrollo y la producción, la velocidad y la novedad, el poder y la manipulación, que son la base de cambios continuos, rápidos y subversivos. Y todo ello bajo el prisma de un análisis de costes/beneficios fundamentalmente económico y ajeno a cuestiones culturales, sociales o ambientales. Es decir, bajo un criterio cuantitativo, que, por lo general, termina derivando en un injusto reparto de costes y beneficios. Cualesquiera que sean los beneficios que el industrialismo pueda introducir, a juicio de los luditas, los problemas son aún mayores. Y las consecuencias pueden ser bastante más profundas cuando las normas de la sociedad industrial sustituyen a las costumbres y hábitos del pasado. Hay muchos estudios que han tratado el tema de las consecuencias del industrialismo en la sociedad y en sus costumbres. En esta línea, una antropóloga americana, Helena Norberg, destaca cómo la introducción de un aparentemente “inocente” transistor en Ladakh, un pueblo del noroeste de la India, tuvo como consecuencia que en un breve período de tiempo la gente no se sentase alrededor de los fuegos para cantar las viejas canciones del pueblo, compartir sus historias..., y, con ello, se vino abajo toda la base del sistema educativo del pueblo. Bajo el prisma del ludismo las herramientas no están

integradas en la cultura, sino que la atacan, en tanto en cuanto pujan por convertirse en la cultura.

- *Una resistencia al sistema industrial basada en la fuerza de algunos principios morales no sólo es posible sino que es necesaria.* Esta es la tercera lección que, a juicio de Sale, podemos aprovechar del ludismo decimonónico. Probablemente, ninguna imagen emerge con mayor claridad de la historia de los luditas que aquella que recoge su osadía, su valentía y su buena voluntad. Es cierto que, en un sentido general, los luditas no tuvieron éxito, ni a corto plazo en sus intentos por detener el desarrollo de la máquina, ni a largo plazo en su objetivo de parar la Revolución Industrial y sus múltiples miserias. En cualquier caso, lo que importa desde el punto de vista de la historia es que ellos son recordados por haberse opuesto, no por haber ganado. Algunos, en la actualidad, pueden decir que la lucha de los luditas decimonónicos fue ingenua, ciega y sin sentido. Según Sale, fue auténtica. El sentimiento ludita caló profundamente en muchos hombres y se extendió a lo largo del desarrollo del industrialismo por la mayoría de los países. Lo que permanece en el fondo de esta historia es que la lucha de los luditas supuso un desafío moral contra los principios que trataba de imponer la nueva tecnología, principios de carácter fundamentalmente económico, que atentaban contra aquellos principios y costumbres tradicionales que habían regido la vida que ellos –los luditas– habían conocido hasta entonces.
- *Políticamente, la resistencia al industrialismo debe forzar no sólo “el cuestionamiento de la máquina” sino la viabilidad de la sociedad industrial, promoviéndose un debate público.* Esta es una lección muy importante que podemos aprender del movimiento ludita. Ciertamente, si a largo plazo el gran éxito de los luditas ha sido que fueron capaces y los primeros en cuestionar el valor de la máquina, también deberíamos decir que su fracaso fue que no provocaron un verdadero debate sobre esta cuestión o que no expusieron adecuadamente los términos en que tal debate había de tener lugar. No obstante, la responsabilidad de este fracaso no es de los luditas, puesto que nunca asumieron como parte de su misión hacer de su protesta un asunto de debate. Ellos escogieron la destrucción de las máquinas como un medio para ir precisamente más allá del debate. Habría que esperar hasta mediados de los años sesenta y principios de los setenta de nuestro siglo para que el marco interdisciplinar de estudios CTS originara toda una reflexión filosófica sobre la ciencia y la tecnología capaz de cuestionar críticamente el desarrollo científico-tecnológico, así como para ser conscientes de

sus beneficios, los riesgos y peligros que también supone. Sobre esta base, uno de los objetivos de la resistencia a la tecnología en nuestros días es precisamente generar ese debate del que careció el movimiento ludita decimonónico; un debate basado en la participación y la gestión democrática de la ciencia y la tecnología, en la que todos los involucrados, incluidos los ciudadanos no expertos que sufren las consecuencias del desarrollo científico-tecnológico, puedan emitir sus opiniones siempre bajo la garantía de una adecuada formación e información.

- *Si el edificio de la civilización industrial no sucumbe como resultado de una determinada resistencia generada dentro de sus propias paredes, parece plausible que sucumbirá como consecuencia de su propio desarrollo, a través de sus excesos y de sus inestabilidades.* Esta es una cuestión muy importante que los luditas supieron ver. Fijémonos si no en las dos fuerzas que están minando los cimientos de la sociedad industrial: el abuso del entorno y los trastornos sociales. Ambos son necesarios e inseparables del desarrollo industrial. Casi podríamos decir que son el fruto del desarrollo industrial, por lo que el sistema industrial lleva en su interior el germe de su propia destrucción. Sin embargo, no estamos diciendo novedad alguna, pues esto es algo que caracteriza a toda civilización. Los registros de los últimos cinco mil años de historia sugieren claramente que todas las civilizaciones precedentes se han deteriorado y destruido, sin importar el punto hasta el que habían llegado a florecer. Sucede que la civilización industrial es diferente no sólo en que es la más extensa y poderosa de todas las que han existido, sino en que su destrucción va a tener unas consecuencias mucho más drásticas que ninguna otra, llegando a poner en peligro cualquier tipo de vida en nuestro planeta.

Lo cierto es que a partir de la II Guerra Mundial, los sentimientos de temor, desconfianza y, en muchos casos, de rechazo, se han generalizado también entre el ciudadano no experto. Los miedos y temores se acentuaron en la década de los setenta con las revelaciones de los peligros para el hombre y el medio ambiente del uso de determinados pesticidas y fertilizantes, de aditivos alimenticios, del aumento de los niveles de radiación... Todos estos acontecimientos comienzan a minar la confianza en la ciencia y la tecnología como fuentes de progreso para la humanidad. Cuando la década de los ochenta nos trajo los más desastrosos fracasos de la moderna tecnología hasta la fecha, en 1984 la explosión en Bophal y en 1986 la de la central nuclear de Chernóbil, seguidos de la creciente alarma mundial por lo que a la degeneración del medio ambiente se refiere, la preocupación y la desconfianza han crecido sobremanera.

Como apuntábamos anteriormente, no sólo las víctimas directas de la tecnología pertenecen a estos grupos, sino también aquellos ciudadanos especialmente preocupados y sensibilizados, como son los participantes en campañas contra residuos tóxicos, el uso de pesticidas, la tala desmedida de árboles, la experimentación con animales... Uno de los grupos más exitoso ha sido el de los activistas antinucleares en Estados Unidos, quienes se opusieron a las armas nucleares así como a las centrales nucleares, siendo capaces de evitar la construcción de nuevas centrales en todos los estados desde 1978. Su oposición ha incluido todo tipo de actividades: manifestaciones, marchas, conciertos e incluso sabotajes.

En la década de los años ochenta se desarrolló lo que se conoce como el “ecotage”. Se trata de una forma de protesta iniciada por el grupo ecologista Earth First, una organización radical, cuyo lema era “ninguna concesión en la defensa de la tierra”. Su estrategia consistía en parar las intrusiones y ataques al medio valiéndose tanto de medios legales como de otros tipos de actividades, tales como pinchar ruedas a las máquinas utilizadas para cortar leña, bloquear las carreteras para impedir que los camiones accediesen a los bosques, introducir clavos en los árboles para evitar que fuesen cortados con sierras de cadena, etc. El objetivo fundamental de tal grupo, como se señala en sus publicaciones gratuitas, es desmantelar el sistema industrial actual. Como dijo uno de sus miembros antes de ser arrestado por tratar de derribar una torre de alta tensión: “no sólo proteger la naturaleza, sino introducir un palo en la rueda de la máquina que es el sistema industrial”.

En la actualidad hay múltiples grupos que emplean la técnica del ecotage; un claro ejemplo conocido por todos lo constituyen muchas de las acciones de Greenpeace. También abundan los grupos centrados en la protección de los derechos de los animales (arrojan tinte a los abrigos de piel, destruyen los laboratorios en los que se experimenta con animales y los liberan....).

En algunos pasajes de la novela de Robert Pirsig, *Zen y el arte del mantenimiento de la motocicleta*, el protagonista, Chris, se pregunta cómo es posible que acerca de una cuestión tan simple como es el cuidado de sus motocicletas pudiese existir una actitud tan diferente entre él y su amigo John:

[...] a mí, sostiene, me parece natural y normal utilizar los estuches de herramientas y los libros de instrucciones suministrados con cada máquina, y ocuparme yo mismo de mantenerla ajustada y a punto. John difiere. Él prefiere que un mecánico competente se ocupe de estas cosas, para que se hagan como es debido. Esta íntima diferencia nunca se hubiera ampliado de no haber pasado tanto tiempo corriendo en moto juntos y sentados en posadas rurales bebiendo cerveza y charlando acerca de cualquier cosa que se nos ocurriera.

Cuando se trata de carreteras, del tiempo, de la gente, de antiguos recuerdos o de lo que publican los periódicos, la conversación transcurre agradablemente y con toda naturalidad. Pero cada vez que he tenido en la mente la actuación de la moto y ésta se introduce en la conversación, cesa la buena marcha del diálogo. La conversación deja de progresar. Hay un silencio [...]. Pude llegar a creer que ésta era, meramente, una peculiar actitud suya con respecto a las motocicletas, pero más tarde descubrí que se extendía a otras cosas... Mientras le esperaba una mañana en su cocina, antes de emprender la marcha, noté que el fregadero goteaba y recordé que ya goteaba la última vez que estuve allí [...]. Esto me obligó a preguntarme si influiría en sus nervios aquel drip-drip-drip semana tras semana, un año tras otro [...]. No se trata del mantenimiento de la moto, ni del grifo. Es toda la tecnología lo que aborrece. [...]. John se evade cada vez que surge el tema de la reparación de la moto, incluso cuando es evidente que ésta le hace padecer. Es tecnología. Si va en moto es para alejarse de la tecnología a través de la campiña, bajo el sol y el aire fresco. Cuando yo lo devuelvo precisamente al punto y al lugar de los que cree haber escapado por fin, ello no hace sino causarle una desagradable sensación glacial. Por esta razón, la conversación siempre se interrumpe y se congela cuando sale a relucir este tema (Pirsig, 1994).

Possiblemente la mayoría de nosotros ha experimentado una sensación similar a la de John: tratamos de escapar de la tecnología, pero para ello necesitamos hacer uso de la propia tecnología. Ciertamente, esta es una de las paradojas a las que se enfrentan los neoluditas: tratan de terminar con la tecnología pero para ello utilizan las últimas tecnologías, como por ejemplo Internet (<http://www.df.lth.se/~micke/wholemanifiesto.html>). Ahora bien, esta misma paradoja es la que nos ha de poner en guardia, en tanto y cuanto refleja una sociedad presa de la tecnología, o, lo que es lo mismo, refleja una sociedad en la que la tecnología ha dejado de ser un medio para convertirse en un fin en sí misma. Este es precisamente el motivo que nos ha llevado a fijarnos en el movimiento neoludita para extraer y destacar aquellos aspectos positivos y críticos de tal movimiento en su reflexión sobre la tecnología.

2.8 Conclusión

Tras el análisis previo de la tecnología y de su relación con la ciencia y la sociedad, podemos concluir que ésta es producto no sólo del conocimiento tecnológico sino también de otros factores de tipo valorativo, social, económico, políti-

co, etc. Además, se puede afirmar que el conocimiento tecnológico está formado por conocimiento codificado y por conocimiento tácito (habilidades técnicas). A su vez, el conocimiento codificado está formado por conocimiento científico, por conocimiento tecnológico relacionado con la ciencia (contenido y método), por conocimiento desarrollado en la propia actividad tecnológica y por conocimiento técnico.

En visión más comprehensiva, dos tradiciones filosóficas, la ingenieril y la humanística, han teorizado de modos distintos la naturaleza de la tecnología y su relación con el ser humano; dos tradiciones que, como muestra la reflexión generada por la VDI alemana, necesitan complementarse mutuamente para ofrecer una visión adecuada del fenómeno tecnológico. La tecnología es una proyección del ser humano en el entorno, pero ante la que conviene mantener una actitud crítica pues no siempre ha tenido los efectos deseados, volviéndose contra nosotros a menudo como el monstruo se volvió contra Victor Frankenstein.

Se trata, en última instancia, de desarrollar formas de convivencia con la tecnología en el mundo actual, que nos permitan corregir los errores del pasado –expresados tan elocuentemente por el movimiento ludita– y adaptar las máquinas a las necesidades y aspiraciones del ser humano.

2.9 Bibliografía

- AGAZZI, J. (1980): “Between science and technology”, en *Philosophy of Science*, 47, pp. 82-99.
- BECHMANN, G. (1993): “Democratic function of technology assessment in technology policy decision-making”, en *Science and Public Policy*, 20, pp. 11-16.
- BERCIANO, M. (1995): *La técnica moderna. Reflexiones ontológicas*. Oviedo, Universidad de Oviedo.
- BIJKER, W.; HUGHES, T., y PINCH, T. (eds.) (1987): *The social construction of technological systems*. Cambridge, MIT Press, 1989.
- BIJKER, W. (1995): *Of bicycles, bakelites and bulbs: toward a theory of socio-technical change*. Cambridge, MIT Press.
- BUNGE, M. (1967): “Toward a philosophy of technology”, en MITCHAM, C., y MACKEY, R. (eds.) (1972): *Philosophy and technology: readings in the philosophical problems of technology*. Chicago, University of Chicago Press.
- (1969): *La investigación científica, su estrategia y su filosofía*. Barcelona, Ediciones Ariel, 1972.
- CALLON, M. (1995): “Technological conception and adoption network: lessons for the CTA practitioner”, en RIP, y otros (eds.) (1995): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.

- CARSON, R. (1962): *Silent spring*. Nueva York, Houghton Mifflin.
- DESSAUER, F. (1956): *Discusión sobre la técnica*. Madrid, Rialp, 1964.
- Dosi, G. (1982): “Technological paradigms and technological trajectories”, en *Research Policy*, 3.
- ELLUL, J. (1954): *La Technique, ou l'enjeu de siècle*. París, Colin.
- (1962): *Propagandes*. París, A. Colin.
- (1965): *L'illusion politique*. París, R. Laffon.
- (1967): *Métamorphose du bourgeois*. París, Calmann-Lévy.
- (1980): *L'empire du non-sens: l'art et la société technicienne*. París, Preses Universitaires de France.
- GARCÍA, E.; ALBA, J., y LÓPEZ CEREZO, J. A. (1998): “La cuenca del río Sella: propuesta multidisciplinar de gestión de los recursos fluviales compatible con la conservación del salmón atlántico”, en *Informe de Investigación*. Oviedo, Universidad de Oviedo.
- GARCÍA MENÉNDEZ, P. (1999): “Aportaciones de W. V. Quine a la nueva concepción de la ciencia”, en VELARDE, J., y otros (1999): *Studia philosophica*. Oviedo, Universidad de Oviedo.
- GARCÍA PALACIOS, E. M. (1999): “Consideraciones teóricas y análisis crítico de la gestión pública de la ciencia y la tecnología”, en VELARDE, J., y otros: *Studia philosophica*. Oviedo, Universidad de Oviedo.
- GLENDINNING, Ch. (1990a): “Notes toward neo-luddite manifesto”, en *Utne Reader*, marzo, 1990, pp. 53-55.
- (1990b): *When technology wounds: the human consequences of progress*. Nueva York, Willian Morrow.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.
- HANNA, K. E. (1987): *Patterns of use of technological assessment*. Ann Arbor (MI), University Microfilms International.
- HRONSKY, I. (1988): “Algunas observaciones sobre la reciente filosofía de la tecnología en Europa: el caso alemán”, en *Teorema*, vol. XVII/3, 1998.
- HUGHES, T. P. (1983): *Networks of power: electrification in western society, 1880-1930*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- JORGENSEN, U., y KARNOE, P. (1995): “The Danish Wind-Turbine Story: Technical Solutions to Political Visions?”, en RIP, y otros (eds.) (1995): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.
- KAPP, E. (2000): “Líneas fundamentales de una filosofía de la técnica”, en *Teorema*, vol xvii/3, 1998.
- KAZINSKY, Th. (1995): “Unabomber's Manifiesto”, <<http://www.df.lth.se/~micke/wholemanifiesto.html>>.
- KEVLES, D. (1992): “Some Like it Hot”, en *New York Review of Books*, marzo, 26, pp. 31-38.

- LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor, 1992.
- LÓPEZ CEREZO, J. A.; LUJÁN LÓPEZ, J. L., y GARCÍA PALACIOS, E. M. (2000): *Filosofía de la Tecnología* (versión electrónica del número monográfico de la Revista *Teorema* XVII/3), <<http://www.campus-oei.org/salactsi/teorema.htm>>.
- MARTÍN SERRANO, M. (1998): Presentación a la selección de textos de José Ortega y Gasset “El mito del hombre allende la técnica”, en *Teorema*, vol. XVII/3, 1998.
- MITCHAM, C. (1989): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.
- (1994): *Thinking through technology: the path between engineering and philosophy*. Chicago, University of Chicago Press.
- MITCHAM, C., y MACKEY, R. (eds.) (1972): *Philosophy and technology: readings in the philosophical problems of technology*. Chicago, University of Chicago Press.
- MUMFORD, L. (1967): *The myth of the machine: techniques and human development*. Nueva York, Harcourt.
- (1970): *The myth of the machine: the pentagon of power*. Nueva York, Harcourt.
- NELSON, R., y WINTER, S. (1982): *An evolutionary theory of economic change*. Boston, Harvard University Press.
- NIINILUOTO, I. (1997): “Ciencia frente a tecnología: ¿diferencia o identidad?”, en *Arbor*, 620, pp. 285-299.
- NORBERG-HODGE, H. (1991): *Ancient futures: learning from Ladakh*. San Francisco, Sierra Club Books.
- PACEY, Arnold (1983): *La cultura de la tecnología*. México, FCE, 1990.
- PETRELLA, R. (1994): “La primavera de la evaluación de tecnologías se extiende por Europa”, en SANMARTÍN, J., y HRONSKY, I. (eds.) (1994): *Superando fronteras: estudios europeos de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías*. Barcelona, Anthropos.
- PIRSIG, R. (1974): *Zen y el arte del mantenimiento de la motocicleta*. Barcelona, Mondadori, 1994.
- POSTMAN, N. (1992): *Tecnópolis: la rendición de la cultura tecnológica*. Barcelona, Círculo de Lectores, 1994.
- QUINTANILLA NAVARRO, I. (1999): *Techne*. Madrid, Editorial Noesis.
- QUINTANILLA, M. A. (1988): *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid, Fundesco, 1989.
- (1998): “Técnica y cultura”, en *Teorema*, XVII/3, pp. 49-69.
- QUINTANILLA, M. A., y BRAVO, A. (1997): *Cultura tecnológica e innovación. Primera parte: el concepto de cultura tecnológica*. Informe para la Fundación COTEC.
- RADDER, H. (1996): *In and about the world. Philosophical studies of science and technology*. Nueva York, SUNY Press.
- RAPP, F. (1978): *Filosofía analítica de la técnica*. Barcelona, Editorial Alfa, 1981.

- RIP, A.; MISA, T., y SCHOT, J. (eds.) (1995): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.
- SANMARTÍN, J., y otros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.
- SANMARTÍN, J., y ORTÍ, A. (1992): "Evaluación de tecnologías", en SANMARTÍN, J. y otros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.
- SANMARTÍN, J., y HRONSKY, I. (eds.) (1994): *Superando fronteras: estudios europeos de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías*. Barcelona, Anthropos.
- SALE, K. (1996): *Rebels against the future. The luddites and their war on the industrial revolution: lessons for the computer age*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company.
- SÉRIS, J. P. (1994): *La technique*. París, PUF., 1994.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (1980): *Energía nuclear y bienestar público*. Madrid, Alianza Universidad, 1983.
- (1985a): "Technology assessment, expert disagreement, and democratic procedures", en *Research in Philosophy & Technology*, vol. 8. Nueva York, JAI Press.
- (1985b): *Science policy, ethics, and economic methodology*. Dordrecht, Reidel.
- (1985c): *Risk analysis and scientific method*. Dordrecht, Reidel.
- SHRUM, W. (1986): "Are 'science' and 'technology' necessary?: the utility of some old concepts in contemporary studies of the research process", en *Social Inquiry*, 56, pp. 324-340.
- SCHUMPETER, J. A. (1943/1947): *Capitalism, socialism and democracy*, 2.^a ed. Nueva York, Harper & Row.
- SPEER, A. (1970): *Inside the Third Reich*. Nueva York, Macmillan.
- STAUDENMAIER, J. M. (1985): *Technology storytellers: reweaving the human fabric*. Cambridge, MIT Press.
- WATHERN, P. (ed.) (1987): *Environmental impact assessment: theory and practice*. Londres, Routledge.
- WESTRUM, R. (1991): *Technology & society: the shaping of people and things*. Belmont, Wadsworth.
- WINTER, S. G. (1993): "Patents and welfare in an evolutionary model", en *Industrial and Corporate Change*, 2, pp. 211-231.
- WYNNE, B. (1995): "Technology assessment and reflexive social learning: observations from the risk field", en RIP, y otros (eds.) (1995): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.

3 ¿Qué es la Sociedad?

3.1 Introducción

Si las preguntas por la ciencia y la tecnología son complejas y difícilmente abarcables en unas pocas páginas, la pregunta por la sociedad añade nuevas complicaciones.

La reflexión sobre la tecnología es relativamente reciente; de hecho, una de las virtudes de los estudios CTS ha sido tematizar la tecnología como objeto de estudio merecedor de un importante esfuerzo académico. El estudio de la ciencia tiene una tradición más larga, aunque lo que en la antigüedad se dijo sobre este concepto se encontraba con el obstáculo del escaso desarrollo de las ciencias como tales, de modo que hasta la Revolución Científica no hay una más profunda meditación sobre algunas cuestiones como son el método científico o los principios de las ciencias.

Aunque también haya autores dentro del movimiento CTS que sostengan que nunca ha existido esa “Revolución Científica”, Shapin (1996) afirma que *la Revolución Científica nunca existió*. Nuestro conocimiento actual de la historia de la ciencia del siglo xvii ha hecho que los historiadores se replanteen la idea de Revolución Científica como un acontecimiento singular y discreto, localizado en el tiempo y en el espacio. Estos mismos historiadores rechazan que existiera en el siglo xvii una única entidad cultural coherente llamada “ciencia” que pudiera experimentar un cambio revolucionario. Lo que había era una diversidad de prácticas culturales que se proponían comprender, explicar y controlar el mundo natural. Por una parte, no está muy claro que existiera un “método científico” concebido como un conjunto coherente, universal y eficaz de procedimientos para la construcción de conocimiento científico; por otra, muchos historiadores no consideran que sea cierta la idea de que los cambios introducidos en el siglo xvii en las prácticas y creencias científicas fueran tan “revolucionaria” como se ha pretendido en ocasiones.

En el caso del concepto de sociedad el problema que se plantea a la hora de abordar su tratamiento es que las consideraciones acerca de la definición de sociedad, sus tipos, su fundamento y sobre cuál sea la mejor forma de organización social, tienen mucha más enjundia que las existentes sobre los conceptos de ciencia y tecnología. No son desdeñables, por ejemplo, las reflexiones que se hicieron ya en Grecia hace más de veinticinco siglos sobre la sociedad. A la vez, suele considerarse que el gran desarrollo tecnocientífico del último siglo ha producido cambios sociales como no se habían conocido hasta ahora, e incluso la parte más llamativa de los discursos que podríamos calificar tanto de tecnófobos como de tecnófilos tiene que ver con las consecuencias sociales que implica el desarrollo tecnocientífico, y no sólo recientemente sino en la literatura de ficción más clásica.

Así pues, ¿cómo tratar la cuestión sin perdernos en un denso recorrido histórico? Podría plantearse quizás un punto de vista más “científico”, es decir, podríamos limitarnos a lo que la sociología dice que es la sociedad, a realizar un repaso del concepto de sociedad desde los “padres” de la disciplina hasta ahora. Pero resultaría paradójico que si, entre otras cosas, el enfoque de los estudios CTS pone en cuestión el papel privilegiado de los expertos, nosotros recurriésemos al discurso “experto” de una de las disciplinas que se ocupa de la sociedad, además de la excesiva extensión a que nos llevaría este planteamiento. Sin ignorar algunos de estos enfoques, nuestra exposición será necesariamente más breve y menos “disciplinar”.

En primer lugar, abordaremos ciertas cuestiones generales sobre el concepto de sociedad, comentaremos después algunas tipologías sobre la sociedad, atendiendo especialmente a las más relacionadas con elementos tecnocientíficos, pasaremos luego a comentar algo acerca de las diferentes perspectivas a la hora de explicar los cambios sociales, y terminaremos con algunas consideraciones sobre la articulación democrática de lo social, que entendemos que es necesario defender desde planteamientos CTS.

3.2 Aproximación al concepto de sociedad

3.2.1 Un apunte desde la teoría sociológica

Aunque no se pretende hacer un repaso al concepto de sociedad tal como ha sido tratado desde diferentes corrientes de la teoría sociológica, un breve apunte sobre lo que dice una de las teorías sociológicas más cercanas en el tiempo puede ser clarificador al comienzo de esta reflexión.

Niklas Luhmann ha tratado de establecer una aproximación al concepto de sociedad a partir de la teoría de sistemas. Luhmann considera a la sociedad como uno más entre los diferentes tipos de sistemas. Los sistemas pueden ser máquinas, organismos, sistemas psíquicos y sistemas sociales. Dentro de éstos encontramos las interacciones, las organizaciones y las sociedades. Así pues, una sociedad es un tipo de sistema social. Y ¿qué es un sistema social?; según Luhmann:

Se puede hablar de sistema social cuando las acciones de varias personas se interrelacionan significativamente, siendo delimitable por ello, como conjunto, respecto de un ambiente que no pertenece al mismo. Desde el momento que existe comunicación entre personas surgen sistemas sociales, pues con cada comunicación se inicia una historia que experimenta un proceso de diferenciación mediante la mutua referencia de las selecciones de los sujetos, que hace que se realice solamente alguna de las muchas posibilidades (Almaraz, 1997, p. 63).

Para Luhmann los sistemas sociales tienen la función de aprehender y reducir la complejidad; actúan como mediadores entre la complejidad del mundo y nuestra reducida capacidad para elaborar conscientemente nuestras experiencias. Hay, según este autor, tres tipos de sistemas sociales: los de interacción, que se producen por la percepción mutua entre personas presentes utilizando el lenguaje como mediador (aquí quien no está presente no pertenece al sistema); los sistemas de organización, que persiguiendo un objetivo determinado se constituyen mediante un proceso de selección de sus miembros; y, por último, la sociedad, que es “el sistema social más amplio de todas las acciones posibles de mutua comunicación”. La sociedad no incluye todas las acciones sino sólo las mutuamente comunicativas, y tampoco es una mera suma de todas las interacciones sino otro tipo de sistema. Su base no es la presencialidad, como en el sistema de interacciones, ni la pertenencia de los miembros como en la organización, sino la capacidad de comunicación entre ausentes. Sus límites se encuentran donde acaba su capacidad de acceso a otros y la comprensibilidad de comunicación.

El desarrollo de la tecnociencia ha propiciado que hoy la sociedad exista como sociedad mundial, tal como sostiene Luhmann. En contraposición a la pluralidad de sociedades del pasado, hoy existe un único sistema de sociedad. Sobre esto volveremos al tratar de los tipos de sociedad.

3.2.2 Carácter natural de la sociabilidad humana

Es sobradamente conocido que hay sociedades que no son humanas. Hay sociedades no humanas que han ocupado un importante lugar para la huma-

nidad, una de ellas es la de los dioses. El Olimpo es una sociedad con intereses, aficiones y actividades no demasiado alejadas de las de los propios hombres, lo que ya en la Grecia antigua llevó a Jenófanes a ver esas sociedades divinas como un reflejo, a su manera de ver, bastante indecente de las sociedades humanas. Las otras sociedades no humanas son las sociedades animales. Desde la antigüedad esas sociedades han sido tomadas con frecuencia como ejemplos de lo que deberían ser las sociedades humanas. La laboriosidad de las hormigas o la capacidad de sacrificio individual de las abejas son motivos recurrentes en mitos y fábulas. Curiosamente, y a pesar del conocimiento de esas sociedades animales, Aristóteles dirá que los humanos que no viven en sociedad son o dioses o bestias, no seres humanos:

La ciudad es la comunidad perfecta procedente de varias aldeas ya que posee, para decirlo de una vez, la conclusión de la autosuficiencia total, y que tiene su origen en la urgencia del vivir, pero subsiste para el vivir bien. Así que toda ciudad existe por naturaleza, del mismo modo que las comunidades originarias [...].

Por lo tanto, está claro que la ciudad es una de las cosas naturales y que el hombre es, por naturaleza, un animal cívico. Y el enemigo de la sociedad ciudadana es, por naturaleza, y no por casualidad, o bien un ser inferior o más que un hombre [...]. Al mismo tiempo, semejante individuo es, por naturaleza, un apasionado de la guerra, como una pieza suelta en un juego de damas.

La razón de que el hombre sea un ser social, más que cualquier abeja y que cualquier otro animal gregario, es clara. La naturaleza, como decimos, no hace nada en vano. Sólo el hombre, entre los animales, posee la palabra. La voz es una indicación del dolor y del placer; por eso la tienen también los otros animales. (Ya que por su naturaleza ha alcanzado hasta tener sensación del dolor y del placer e indicarse estas sensaciones unos a otros). En cambio, la palabra existe para manifestar lo conveniente y lo dañino, así como lo justo y lo injusto. Y esto es lo propio de los humanos frente a los demás animales: poseer, de modo exclusivo, el sentido de lo bueno y lo malo, lo justo y lo injusto, y las demás apreciaciones [...].

Así que está claro que la ciudad es por naturaleza y es anterior a cada uno. Porque si cada individuo, por separado, no es autosuficiente, se encontrará, como las demás partes, en función de su conjunto. Y el que no puede vivir en sociedad, o no necesita nada por su propia suficiencia, no es miembro de la ciudad, sino como una bestia o un dios.

*En todos existe, por naturaleza, el impulso hacia tal comunidad; pero el primero en establecerla fue el causante de los mayores beneficios. Pues así como el hombre perfecto es el mejor de los animales, así también, apartado de la ley y de la justicia, es el peor de todos (Aristóteles, *Política*, 1253a y ss.).*

En este fragmento Aristóteles apunta varias ideas que han sido recurrentes en las reflexiones acerca de la sociedad, algunas de las cuales siguen siendo clarificadoras. La sociedad, que para Aristóteles es la polis, es por naturaleza; es anterior a los individuos que la forman y quien se aparta de ella es una personalidad violenta, un “apasionado de la guerra”; por último, el criterio para calificar a algo de “sociedad” es la autosuficiencia.

Si bien Aristóteles reconoce la existencia de sociedades animales, en ningún caso éstas pueden equipararse a las humanas puesto que en los animales el lenguaje sólo expresa, como mucho, el dolor y el placer, mientras que el lenguaje humano expresa además lo justo y lo injusto, lo bueno y lo malo. El fundamento de la sociedad humana es para Aristóteles un fundamento ético y político, y el lenguaje es el vehículo que conforma y expresa los valores éticos y políticos.

Si tuviéramos que caracterizar la sociedad actual quizás no nos alejaríamos demasiado de las reflexiones que Aristóteles inauguró aquí. Desde luego la sociabilidad humana sigue teniendo un origen o un fundamento natural, aunque hoy hablaríamos de genética y de teoría de la evolución. Posiblemente pudiéramos mantener, atendiendo a lo que plantea la teoría sociológica actual, que una sociedad debe ser “autosuficiente”, excepto la propia aldea global.

Quizás la corrección que desde nuestra perspectiva actual se podría hacer a Aristóteles es que se haya quedado corto en la caracterización de la sociedad humana como algo con un origen natural, “animal” diríamos nosotros. Puesto que Aristóteles difícilmente podía saber nada de la teoría de la evolución, aun cuando se preocupara mucho del estudio de los animales, nuestro reproche sólo puede ser moderado. Hoy sabemos de los esfuerzos por enseñar nuestro lenguaje a los primates superiores (la chimpancé Washoe es seguramente uno de los ejemplos mejor conocidos), esfuerzos que al parecer han obtenido resultados bastante satisfactorios. También conocemos el hecho de que entre estos mismos primates hay una serie de habilidades que no tienen un origen genético, sino cultural. Se puede hablar de distintas “culturas” de chimpancés, que se plasman en las diferentes maneras que tienen de obtener termitas para su alimentación según la zona geográfica en la que se encuentren: un grupo utiliza ramas relativamente gruesas para destrozar los

termiteros, otro emplea ramas finas, y un tercero se sirve del nervio central de algunas grandes hojas de su entorno. Si el método para obtener termitas estuviese genéticamente codificado, todos los chimpancés utilizarían el mismo; sin embargo, hay diferencias culturales que constituyen “técnicas” distintas (Saber Pi, 1992).

Incluso algunos etólogos no se conforman con hablar de “culturas” animales en sus estudios sobre primates, sino que han defendido la existencia de estructuras y comportamientos que no dudan en calificar como “política”. Frans de Waal (de Waal, 1982), en su estudio sobre los chimpancés que vivían en un amplio parque holandés, analizó las diferentes estrategias seguidas por los machos para conseguir dominar al grupo, las alianzas, el papel jugado por las hembras —cuya jerarquía también se establece “políticamente”—, los cambios en aquellas alianzas, basados no sólo en la fuerza sino en complicados juegos de estrategia que pueden llevar a cambios en la “jefatura” del grupo, etc. Con todo ello lo que queremos apuntar es precisamente que aquella idea de Aristóteles tiene un amplio respaldo actual por una diversidad de fuentes.

No sólo se trata de que el fundamento de la sociabilidad sea natural sino que la historia del comportamiento social humano es necesariamente evolutiva, en el sentido de que toda nueva forma de sociabilidad se ha desarrollado a partir de formas previas, aunque por supuesto esto no suponga ninguna concepción finalista de esa evolución. Sin el trabajo cooperativo la evolución humana seguramente habría sido muy diferente o no habría sido, trabajo cooperativo que ha estado siempre mediado por el lenguaje como instrumento simbólico. El ser humano es el único animal que no precisa adaptarse al medio puesto que es capaz de hacer que el medio se adapte a él, es capaz de transformar, mediante la técnica, ese medio.

Tenemos, además, otras pistas que nos permiten clarificar la cuestión de la relación entre sociedad y naturaleza. Estas pistas son las que aportan los casos de los “niños ferales” o “niños lobo”. Los niños ferales son un producto de la sociedad preindustrial, de la sociedad que todavía no ha alcanzado un desarrollo urbano tan fuerte como el nuestro. Hoy día no hay niños ferales, seguramente porque el bosque ha dejado de ser el espacio de lo salvaje, de lo aterrizable y de lo desconocido. Paradójicamente, el espacio de lo no civilizado lo ocupa en la actualidad la ciudad. En nuestro mundo los niños se abandonan en los contenedores de basuras o pasan a ser “meninos da rua”, posiblemente la versión urbana actual de los “niños lobo”.

Se conocen bastantes casos de “niños lobo”: Victor de l’Aveyron, Kaspar Hauser, las niñas encontradas en la India hacia 1920 y otros muchos.

Se conocen 53 casos documentados hasta 1964. Lucien Malson (Malson, 1981) clasifica los casos en tres grupos: 1) El de los niños perdidos o abandonados en el bosque que se criaron solitarios sin la asistencia de animales. En este grupo se incluiría Víctor de l'Aveyron. 2) Niños adoptados por otras especies animales, como las niñas indias Amala y Kamala, de Midnapore, descubiertas en 1920. 3) Niños cuya crianza se desarrolló en un encierro más o menos riguroso en sótanos, celdas, buhardillas, etc. Kaspar Hauser sería el ejemplo más conocido, junto con Anna de Pennsylvania.

Victor de l'Aveyron, como se llamó al que probablemente sea el más famoso de ellos —François Truffaut le dedicó una engañosa película— fue encontrado en el sur de Francia, cerca de Aveyron, a comienzos del siglo XIX. La criatura con la que se tropezaron las gentes que lo encontraron no hablaba, sólo emitía unos chillidos estridentes; tampoco caminaba erguido sino a cuatro patas; por supuesto carecía de cualquier hábito relacionado con la continencia de sus esfínteres, y en un principio se mostraba impredecible y fuertemente impulsivo. Fue trasladado a París, donde un preceptor trató de inculcarle hábitos que le acercaran al comportamiento humano. Tuvo que aprender incluso a “sentir”, puesto que en un principio era capaz de sacar las patatas del agua hirviendo y comérselas sin ninguna muestra de dolor; tampoco parecía sentir el frío de los inviernos más crudos, porque podía revolcarse en la nieve como si se encontrara en una playa soleada. Victor de l'Aveyron, como todos los niños ferales, era una anomalía. Ni siquiera podía decirse que fuese un lobo o un animal, ya que los animales no actúan como él lo hacía. Lo que resultaba a la vez impresionante y desconcertante era encontrarse ante un ser al que le “faltaba algo”. Ningún lobo es un ser incompleto. Un niño feral sí lo es; le falta eso que nos hace seres humanos y le falta porque ha carecido de la sociedad que nos humana. Ningún niño feral llega a ser un “humano normal”; es poco probable que adquiera algún rudimento lingüístico y su “educación” casi podría calificarse con mayor rigor de “amaestramiento”. Según parece, una vez alcanzada cierta edad hay imposibilidad para que un niño adquiera las habilidades que nos definen como seres humanos.

Emilio Lamo de Espinosa, a partir de estos casos de niños ferale, clifica las relaciones entre naturaleza y sociedad y lo relativo al origen cultural o natural de la sociabilidad humana:

Un niño educado entre lobos es más lobo que hombre. Pero lo contrario no es cierto; un lobo educado entre hombres es un lobo y en absoluto se comporta como un hombre. No hay lobos ferale; sólo hay niños ferale. De modo que en el lobo, la compañía de sus semejantes, la sociedad, hace muy poco, si bien los etólogos han mostrado que no tan poco como pensábamos. Pero en los niños la

compañía lo es casi todo, hasta el punto de que si esa compañía es lobuna los niños salen igualmente lobunos. Y el ejemplo podría multiplicarse: un niño o niña europeo educado entre esquimales será un esquimal, y viceversa. Y lo será de modo total y radical, a salvo de las peculiaridades biológicas vinculadas a una raza concreta. No es absurdo, por tanto, concluir que los ejemplares de la especie humana son seres de cultura más que de naturaleza. De modo que cuando comparamos los animales con los humanos no tenemos más remedio que concluir, prima facie, que en aquéllos prima el instinto y en los segundos el aprendizaje. [...] [Pero al] decir que el homo sapiens es un ser de cultura, que es ante todo un ser social, un zoon politikon, [se] olvida que es un ser social por naturaleza. Es decir, la evolución lo ha preparado para ser social, de modo que su sociabilidad innata no es un dato antinatural o contra-natura sino todo lo contrario, el producto de una larga evolución biológica que ha sustituido progresivamente el instinto como respuesta heredada por el hábito como respuesta aprendida. [...] (Lamo de Espinosa, 1996, p. 16).

3.2.3 Carácter no natural de las estructuras sociales

Así, la tendencia a la sociabilidad, a la formación de estructuras sociales más o menos estables y complejas, es una característica “natural” que nos caracteriza como especie, si bien no es algo exclusivo de los humanos, lo mismo que la cultura, puesto que otras especies de primates superiores tienen lo que podemos considerar unas culturas “in nuce”.

Ahora bien, es obvio que las estructuras sociales concretas características de nuestra especie son un producto cultural, una respuesta adaptativa a diferentes ambientes y circunstancias. Con el control sobre el fuego y la subsiguiente manipulación química de alimentos, es decir, gracias a la manipulación técnica, modificaron el entorno inmediato y en algunos casos empezaron a desarrollar formas más o menos complejas de organización social. Los primeros grupos de “hombres” cazadores-recolectores del paleolítico necesitarían de una cierta organización social que les permitiera llevar a cabo la caza en grupo y el reparto tanto de lo cazado como de lo recolectado. El papel del “jefe” no sería más que el de alguien con prestigio por sus méritos en la caza o en las luchas con otros grupos, pero, al igual que algunos hombres de prestigio de las culturas primitivas del Pacífico, tendrían que “mimir” a su gente de tal manera que su jefatura nunca pudiese ir en contra de los intereses del resto del grupo.

Las sociedades de homínidos no debían sobrepasar unas pocas decenas de individuos y no se hallaban orgánicamente vinculadas entre sí. A fin de que se institucionalicen relaciones orgánicas entre diversos grupos es necesario suponer que se trata de colonias surgidas de un mismo tronco, con un mismo lenguaje, un sistema cultural idéntico y cuyo parentesco se halle consolidado y sacrificado mitológicamente por referencia a un ancestro común. Cabe también imaginar que el desarrollo de la complejidad social en sociedades vecinas que practican la caza mayor conlleva delimitaciones de territorio, cooperaciones mutuas e intercambio de servicios, así como relaciones amistosas. La exogamia ha debido aparecer bajo tales condiciones de prealianza y de intercambios pre-económicos como un sistema de reglas que institucionalizan un intercambio de mujeres, y de alianzas permanentes entre grupos. De pronto la exogamia convierte en orgánica la vinculación entre grupos y se convierte en el modelo, en la armadura de un nuevo sistema conectador y articulador, a través del cual se desarrollarán los intercambios de bienes, informaciones y acuerdos de todo tipo. La exogamia se nos muestra, pues, como la clave organizativa de la apertura sociológica y de los vínculos confederativos entre dos o más sociedades (Morin, 1973).

Estas primeras sociedades o arqueosociedades llevaban consigo las virtualidades que impulsó su cambio. Por un lado, la exogamia como factor detonante, así como el intercambio y la alianza; por otro, la concentración demográfica hacia las regiones fértils, lo que facilitará la creación de ciudades, y la guerra por dominarlas, así como la actividad productiva y su estructura técnica.

Con la Revolución Neolítica, con el surgimiento de la agricultura y de los asentamientos urbanos cambia este panorama. Se desarrollaron grandes centros urbanos y sociedades con una gran complejidad organizativa. Los centros de lo que los arqueólogos llaman estados prístinos son Mesopotamia, alrededor del 3300 a. C.; Perú en tiempos de Cristo y Mesoamérica hacia el 300 d. C. Es casi seguro que también en el Viejo Mundo se dieron esos estados prístinos en Egipto (3100 a. C.), en el valle del Indo (hacia el 2000 a. C.) y en la cuenca del Río Ama-rillo, al norte de China (algo después del 2000 a. C.). Estos estados prístinos habrían surgido como consecuencia de la intensificación de la producción agrícola, y en su aparición habrían jugado un importante papel los “grandes hombres”, típicos de Melanesia y Nueva Guinea, estudiados por los antropólogos (Oliver, 1955). Estos estados prístinos habrían dado lugar a los grandes imperios hidráulicos en diferentes partes del mundo.

Es bastante obvio que la no naturalidad de las estructuras sociales necesita hoy escasa demostración. Aunque también es cierto que sigue habiendo

ideologías políticas que recurren a formas de naturalización más o menos burdas. La suposición de que existen “pueblos elegidos” por algún dios para ocupar espacio territorial, o simbólico si se trata de hablar de razas, etnias o grupos “superiores”, sigue estando por desgracia a la orden del día. Aquí “lo natural” es lo que dios manda, casi en un sentido tomista: la ley justa es la ley natural, que coincide con los dictados de Dios. Y aunque el racismo biológico está lo suficientemente desacreditado como para no poder mantenerse con seriedad, otra forma de naturalización, más sutil si se quiere, es la que actualiza alguna forma de darwinismo social para justificar el orden que mantiene a amplias capas de la población excluida del poder, e incluso fuera de unos mínimos parámetros de bienestar social, y el privilegio de unos pocos hasta extremos escandalosos.

Al margen de esto, está claro que las normas sociales, las leyes o cualesquiera otras restricciones sociales son de naturaleza convencional; por muy antiguas o asentadas que parezcan no son como los fenómenos meteorológicos o la gravedad; tampoco han sido dictadas por dios alguno. Hemos sido los seres humanos los que las hemos inventado y las reinventamos cada vez que las aceptamos conscientemente. Por supuesto, que sean convencionales no significa que sean el producto de un capricho o que puedan ser fácilmente sustituibles o intercambiables, ya que su impacto sobre nuestras vidas es decisivo.

Fernando Savater expone claramente este carácter a la vez natural y convencional de la sociedad y sus formas de organización:

Decir que costumbres y leyes son convencionales, además, no equivale a negar que se apoyen en condiciones naturales de la vida humana, es decir en fundamentos nada convencionales. Los animales tienen mecanismos instintivos que les obligan a hacer ciertas cosas y les impiden hacer otras. De este modo, la evolución biológica protege de peligros a las especies y asegura su supervivencia. Pero los seres humanos tenemos unos instintos menos seguros o, si prefieres, más flexibles. Los bichos acierran casi siempre en lo que hacen, pero no pueden hacer más que unas cuantas cosas y pueden cambiar poco; por el contrario, los hombres nos equivocamos constantemente hasta en lo más elemental, pero nunca dejamos de inventar cosas nuevas... hallazgos nunca vistos y también nunca vistos disparates. ¿Por qué? Porque además de instintos estamos dotados de capacidad racional, gracias a la cual podemos hacer cosas mucho mejores (y mucho peores!) que los animales. Es la razón la que nos convierte en unos animales tan raros, tan poco... animales. Y ¿qué es la razón? La capacidad de establecer convenciones, o sea, leyes que no nos vengan impuestas por la biología sino que aceptemos voluntariamente [...].

Las sociedades humanas no son sencillamente el medio para que unos animaluchos algo tarados como somos los hombres podamos vivir un poco más seguros en un mundo hostil. Somos animales sociales, pero no somos sociales en el mismo sentido que el resto de los animales. Antes te he dicho que la diferencia fundamental entre los demás animales y los humanos es que nosotros tenemos “razón” además de instintos. [...] (Savater, 1992, pp. 22 y ss.).

Comenzamos este apartado preguntándonos qué es la sociedad. Hemos tratado de exponer algunas reflexiones sobre el asunto a partir de la consideración de lo social como un producto de la naturaleza humana que va más allá de esa naturaleza y la modifica hasta el extremo de difuminar el propio término de “naturaleza humana”. Trataremos de ver ahora algunas tipologías que se han utilizado para clasificar las sociedades o la sociedad.

Lecturas complementarias

- AYALA, F. (1947): *Tratado de sociología*. Madrid, Espasa-Calpe, 1984.
 GINER, S. (1969): *Sociología*. Barcelona, Península, 1976.
 LUHMANN, N. (1991): *La ciencia de la sociedad*. Barcelona, Anthropos, 1996.
 LUHMANN, N. (1992): *Observaciones de la modernidad. Racionalidad y contingencia en la sociedad moderna*. Barcelona, Paidós, 1997.

3.3 Sociedades y desarrollo tecnocientífico: tipologías

Las sociedades han sido clasificadas en virtud de múltiples criterios: desde la clasificación en griegos y bárbaros hasta la marxista o la distinción de Spengler, podríamos elaborar un amplio catálogo de los que han sido utilizados.

Dentro de la propia perspectiva sociológica con la que se iniciaba el apartado dos, Niklas Luhmann considera que su distinción de tipos de sistemas sociales es no sólo operativa, sino también histórica; sirve para ordenar el proceso de evolución sociocultural. Así, las formaciones sociales arcaicas son estructuras sociales simples en las que interacción, organización y sociedad —los tres tipos de sistemas sociales que distingue Luhmann— son lo mismo. La complejidad que aparece con los grandes centros urbanos lleva al desarrollo de las organizaciones que se ocuparían de las funciones religiosas, militares, comerciales, etc.; por último, es

en la sociedad moderna donde se separan los tres tipos de sistemas sociales, produciéndose una progresiva separación entre las organizaciones y la sociedad.

Se trata ahora de exponer algunas distinciones de tipos de sociedades basadas sobre todo en las relaciones de esas sociedades con la tecnociencia. Para ello acudiremos a cuatro autores: Ortega y Gasset, Lewis Mumford, Carl Mitcham y Javier Echeverría. Los tres primeros ya se han tratado en el capítulo referido al concepto de tecnología, pero mientras que allí se aborda su filosofía de la técnica, aquí comentaremos sus percepciones de las diferentes sociedades que han dado lugar a los distintos estados del desarrollo técnico.

3.3.1 La periodización antropológica de la técnica de J. Ortega y Gasset

Ortega y Gasset es autor de una obra que ha recuperado actualidad desde los estudios CTS. Se trata de su *Meditación de la técnica* (Ortega y Gasset, 1939), obra que recoge un curso celebrado en la Universidad de Verano de Santander en 1933. En ella Ortega recoge sus reflexiones sobre la técnica, cuya oportunidad y visión anticipadora son hoy unánimemente reconocidas. No vamos a entrar a exponer la filosofía de la técnica de Ortega. Lo que sí nos interesa es su clasificación de técnicas por lo que tiene de ilustrativo para comentar una tipología posible de sociedades. De hecho, este autor fundamenta su periodización de la técnica en un componente antropológico: en la propia relación que los seres humanos mantienen con las técnicas en cada momento evolutivo.

Ortega considera que se puede hablar de tres estadios en la evolución de la técnica; es decir, desde nuestro punto de vista, de tres tipos diferentes de sociedad según sea su relación con la técnica. Un primer tipo sería aquél al que corresponde lo que Ortega llama técnica del azar. Las sociedades donde se da este tipo de técnica son sociedades primitivas como los Vedas de Ceilán, los Semang de Borneo, los pigmeos de Nueva Guinea y África central, los australianos, etc. (Ortega y Gasset, 1939, p. 75). En esta sociedad hay un muy escaso repertorio de actos técnicos, que no se diferencian mucho en la mente de los miembros que la forman, del repertorio de actos naturales, probablemente mayor que el de actos técnicos. Dado que los actos naturales se consideran fijos y dados de una vez para siempre, así son considerados también los actos técnicos en estas sociedades según Ortega. En las sociedades de la técnica del azar todos los actos técnicos son realizados por todos sus miembros. No existe la especialización salvo la que marca la división sexual (los hombres la caza y la guerra, las mujeres la recolección y posteriormente la agricultura). Por último, en estas sociedades se desconoce el concepto de invención, no es el individuo el que inventa o encuentra la técnica adecuada, sino que es más bien la solución quien le busca a él (Ortega y Gasset, 1939, p. 76). De ahí el nombre de técnica del azar.

El segundo tipo de sociedades sería aquel en el que las relaciones con la técnica ya no son azarosas sino que aparece la técnica como artesanía. Fueron sociedades con este tipo de técnica la antigua Grecia, la Roma preimperial y la Edad Media. En estas sociedades el repertorio de actos técnicos creció enormemente aunque todavía no se había transformado la técnica en la única y absoluta base de sustentación de esas sociedades; la base sobre la que estas sociedades se apoyó fue la naturaleza, o al menos así lo pensaron sus miembros. Aparece una división técnica del trabajo, una nueva figura: el artesano. Puede que en estas sociedades no se sea muy consciente de la existencia de “la técnica”, pero sí se es consciente de la existencia de los técnicos, los artesanos; artesanos cuyo aprendizaje de esas técnicas no es público, sino cerrado y hereditario o controlado por los gremios, y que todavía no han distinguido al inventor del ejecutor de la invención.

El tercer tipo de sociedad es la sociedad actual, donde la relación entre el hombre y su técnica ha cambiado nuevamente. Este tipo de sociedad sería imposible sin técnica y los miembros de la misma son conscientes de ello. En esta sociedad la técnica, como dice Ortega, se ha constituido en una sobrenaturalidad, de la que ya le resulta imposible prescindir. Aquí hace su aparición y extiende su dominio la máquina, frente al instrumento que predominaba en el tipo anterior de sociedad. No es ya el utensilio el que auxilia al hombre sino al revés (Ortega y Gasset, 1939, p. 87). Se trata de la “técnica del técnico”, en expresión de Ortega. En ella el técnico y el obrero se separan y aparece una nueva figura: el ingeniero. En esta sociedad nuestra de la “técnica del técnico”:

El hombre adquiere la conciencia suficientemente clara de que posee una cierta capacidad, por completo distinta de las rígidas, inmutables, que integran su porción natural o animal. Ve que la técnica no es un azar como en el estadio primitivo, ni un cierto tipo dado y limitado de hombre —el artesano—; que la técnica no es esta técnica ni aquélla determinadas y, por lo tanto, fijas, sino precisamente un hontanar de actividades humanas, en principio ilimitadas.

Esta nueva conciencia de la técnica como tal coloca al hombre, por vez primera, en una situación radicalmente distinta de la que nunca experimentó; en cierto modo antiética. Porque hasta ella había predominado en la idea que el hombre tenía de su vida, la conciencia de todo lo que no podía hacer, de lo que era incapaz de hacer; en suma de su debilidad y de su limitación. Pero la idea que hoy tenemos de la técnica nos coloca en la situación tragicómica —es decir cómica, pero también trágica— de que cuando se nos ocurre la cosa más extravagante nos sorprendemos en azoramiento porque en nuestra última sinceridad no nos atrevemos a asegurar que esa extravagancia es imposible de realizar (Ortega y Gasset, 1939, p. 83).

3.3.2 El desarrollo de la máquina y su interacción con la sociedad en L. Mumford

En *Técnica y civilización* (Mumford, 1934), Lewis Mumford pretende hacer un recorrido por los cambios que la máquina ha introducido en las formas de la civilización occidental. Este recorrido puede servirnos para ver otra tipología de sociedades construida tomando como referencia el desarrollo tecnológico, aunque obviamente la intención de Mumford no es hacer un catálogo de sociedades, ni su principal interés es sociológico.

Para Mumford (1934), en nuestra civilización el desarrollo de la máquina se ha producido en tres oleadas sucesivas. Estas, que se habrían producido en los últimos mil años, son llamadas por Mumford —siguiendo a su maestro Patrick Geddes—, eotécnica, paleotécnica y neotécnica. Obviamente estas tres fases o tipos de sociedades se desarrollan en el mundo occidental, donde se ha extendido lo que Mumford llama “la máquina”.

3.3.2.1 La fase eotécnica

Las técnicas que permiten definir a la sociedad eotécnica son las que aprovechan el agua y la madera. El período de desarrollo de esta etapa se extiende aproximadamente desde el año 1000 hasta el 1750.

En la sociedad eotécnica disminuye la importancia que los seres humanos habían tenido como fuente de energía y aumenta la energía proveniente del caballo, gracias a su mejor aprovechamiento mediante dos nuevas piezas de aparejo: la herradura de hierro y la moderna forma de arnés, con la que la tracción se realiza desde los hombros y no desde el cuello. El mayor progreso técnico desde el punto de vista energético se dio en regiones que tenían abundantes suministros de agua y de viento, gracias a la aparición de ruedas y molinos hidráulicos y de viento que permitieron una mejora sustancial en su aprovechamiento.

Junto a estas fuentes de energía, la madera era el material universal de la sociedad eotécnica; todas las construcciones utilizaban madera en su estructura y de madera eran también las herramientas utilizadas en la construcción. Incluso la mayor parte de las máquinas e invenciones clave de la edad industrial se desarrollaron en madera antes de ser trasladadas al metal. A pesar de esta utilización masiva, Mumford considera que lo que propició la destrucción de montes en la época fue el uso intensivo de la madera en la minería, la forja y la fundición. Otro de los materiales de este período es el vidrio, cuya contribución a la sociedad de la época fue muy importante. Cambió la vida en el interior de los hogares mediante su uso en recipientes y sobre todo en ventanas, amplió la visión median-

te los lentes en gafas, telescopios y microscopios, y fue un factor esencial en el desarrollo de la química y en el perfeccionamiento de los espejos, según Mumford (Mumford, 1934, p. 147).

Son muchos los inventos característicos de la sociedad eotécnica; quizás el más importante sea el del método experimental en la ciencia, que Mumford considera la mayor realización en la fase eotécnica (Mumford, 1934, p. 150). La principal innovación mecánica de esta época es el reloj mecánico, al que sigue en orden, aunque quizás no en importancia, la imprenta acompañada por el papel, a cuya producción se aplicó la maquinaria movida por energía motriz. Mumford habla también de “invenciones sociales” de esta civilización, como son la universidad y la fábrica (Mumford, 1934, p. 155).

Mumford señala así mismo debilidades y problemas de esta sociedad. Según él la principal debilidad no se encontraba en la ineficiencia ni menos aún en la carencia de energía, sino en su irregularidad (Mumford, 1934, p. 159) puesto que, como hemos señalado, las fuentes de energía eran el agua y el viento. También había “debilidades sociales” dentro del régimen eotécnico. La primera era que las nuevas industrias se encontraban fuera de los controles del antiguo orden. La fábrica de vidrio, la minería y el trabajo del hierro, la imprenta e incluso las industrias textiles, escapaban hacia el campo, fuera del control de las municipalidades y de los reglamentos gremiales. De lo que concluye Mumford que “los perfeccionamientos mecánicos florecieron a expensas de los mejoramientos humanos que tan vigorosamente habían sido introducidos por los gremios artesanales, y estos últimos a su vez iban perdiendo continuamente fuerza debido al crecimiento de los monopolios capitalistas que abrían una grieta cada vez más ancha entre los amos y los trabajadores. La máquina tenía un sesgo antisocial, tendía, por razón de su carácter progresivo, a las más descaradas formas de explotación humana” (Mumford, 1934, p. 160).

3.3.2.2 La sociedad paleotécnica

Tendría su principio hacia 1700, su culminación se produciría entre 1870 y 1900, fecha esta última que sería el comienzo de un movimiento de decadencia. En esta etapa la sociedad abandonó sus valores vitales y pasó a centrarse sólo en los pecuniarios. Los cambios en esos valores vinieron motivados por la introducción del carbón como fuente de energía mecánica. Esta nueva fuente de energía se hizo efectiva mediante nuevos medios, como la máquina de vapor, y también fue utilizada en los nuevos métodos de fundir y trabajar el hierro. La nueva sociedad es, pues, un producto del carbón y del hierro.

En torno a 1780 cristaliza el modelo paleotécnico, que puede verse en una serie de inventos y artefactos técnicos: el coche de vapor de Murdock, el

horno de reverbero de Cort, el barco de hierro de Wilkinson, el telar mecánico de Cartwright y los barcos de vapor de Jouffroy y de Fitch. Realizaciones típicas de la sociedad paleotécnica son el puente y el barco de hierro. La construcción de estructuras de hierro, como el Crystal Palace, los primeros rascacielos, la Torre Eiffel, etc. El hierro pasó a convertirse en el material universal. La industria militar hizo un amplio uso del mismo. Es también el período en el que la sociedad se aplica a una sistemática destrucción del medio. Es la sociedad de la polución del aire y la contaminación de las aguas.

Así como el paisaje sufrió una degradación importante, los seres humanos fueron tratados con la misma brutalidad. La esperanza de vida de los trabajadores de la época era muy inferior a la de las clases medias y su bienestar social prácticamente inexistente. Todo ello para producir más beneficios.

¿Qué panorama social presenta Mumford como característico de la época paleotécnica? Mumford es bastante crítico con el tipo de sociedad que surgió de aquí. Afirma que la humanidad se vio contagiada por una especie de fiebre de explotación motivada por la llegada repentina de los yacimientos de carbón. El modo de explotación minera se convirtió en el modelo de otras formas subordinadas de la industria e incluso de la agricultura.

El daño a las estructuras y a la civilización por el auge de estas costumbres nuevas de explotación desordenada y de gastos despilfarradores permaneció, aunque desapareciera o no la fuente misma de energía. Los resultados psicológicos del capitalismo carbonífero —la moral rebajada, la esperanza de conseguir algo sin dar nada, el desprecio por un modo equilibrado de producción y consumo, la habituación al naufragio y a las ruinas como parte del ámbito humano normal— todos esos resultados eran francamente dañosos (Mumford, 1934, p. 178).

Junto con esto Mumford señala que se produjo el paso de unas tecnologías democráticas a otras más autoritarias (Mumford, 1934): mientras que la energía del viento y del agua, propias de la fase eotécnica, eran libres, el carbón era caro y la máquina de vapor costosa, por lo que se tendía a la concentración y el monopolio. La sociedad paleotécnica se desarrolló como una sociedad satisfecha de sí misma, lo que sólo fue posible con la puesta en circulación, desde el siglo XVIII, de la noción de progreso. Se consideraba evidente la existencia de unas leyes del progreso que se reflejaban en las continuas invenciones de máquinas, de nuevas comodidades, etc.

Era una sociedad volcada en la realización de beneficios, antes que en la producción de lo necesario para la vida. Esta escasez de lo necesario era

padecida por los trabajadores que no encontraban casas y se veían obligados a hacinarse en barracas con pésimas condiciones higiénicas. Era tal la degradación que a mediados del siglo XIX la situación trató de ser corregida mediante una serie de medidas legislativas. En esta nueva sociedad la lucha por la supervivencia de los trabajadores es constante y feroz.

Hay que decir que hubo resistencias a todo esto no sólo individuales (Ruskin, Nietzsche, Melville,...) sino también colectivas, como las que planteó el movimiento ludita (sobre los luditas véase el capítulo “¿Qué es la tecnología?” y Noble, 1995). La introducción de la máquina en esta fase tuvo otra importante consecuencia social: la división del mundo en zonas de producción de máquinas y zonas de producción de alimentos y materias primas, lo que, según Mumford, trajo consecuencias nefastas que pudieron apreciarse con motivo de la Guerra Civil Americana, al provocar el corte de los suministros de algodón, que redujo a la extrema pobreza a los habitantes de Lancashire.

3.3.2.3 La fase neotécnica

Mumford considera que en la sociedad de esta época hay una ruptura con el período paleotécnico y, en cierto modo, una vuelta a algunas características de la sociedad eotécnica. Es difícil definirla como un período puesto que aún estamos inmersos en ella. Tampoco se ha producido una ruptura con el período paleotécnico como la que éste realizó respecto del eotécnico.

Mumford fija los comienzos de la fase neotécnica en el momento del incremento de la eficiencia de los generadores de energía, hacia 1832. En 1850 gran parte de los descubrimientos fundamentales de esta nueva fase ya se habían producido: la pila eléctrica, el acumulador, la dinamo, el motor, la lámpara eléctrica, el espectroscopio, la teoría de la conservación de la energía. Entre 1875 y 1900 ya se habían aplicado esos inventos a los procedimientos industriales: la central eléctrica, el teléfono y el radiotelégrafo. Otras invenciones características del período se esbozaron o completaron hacia 1900: el fonógrafo, el cinematógrafo, el motor de gasolina, la turbina de vapor, el aeroplano...

La fase neotécnica estuvo marcada desde el comienzo por una nueva forma de energía, la eléctrica. La electricidad que, a diferencia del carbón, podía proceder de varias fuentes (el carbón mismo, pero también la corriente rápida de un río, los saltos de agua, las mareas), cambió también la distribución posible de la industria moderna en el mundo, puesto que esa industria ya no tenía por qué situarse en Europa o Estados Unidos, potencias dominantes por su control del carbón y el hierro. La electricidad, al contrario que el carbón, es muy fácil de

trasladar sin grandes pérdidas de energía y sin excesivos costes. Además, es fácilmente convertible de varias maneras: con el motor se puede realizar un trabajo mecánico, con la lámpara alumbrar, con un radiador calentar, etc. El uso de la electricidad permitió la supervivencia de los pequeños talleres frente a las grandes fábricas características de la sociedad paleotécnica. No obstante esto no ha impedido la concentración de empresas, que es más un fenómeno que responde a los intereses de los empresarios o los financieros que a puros condicionantes técnicos.

Los materiales característicos de este período son las nuevas aleaciones, las materias terreas raras y los metales más ligeros (cobre, aluminio). Aparecen también nuevos materiales sintéticos: el celuloide, la vulcanita, la baquelita y las resinas sintéticas.

La sociedad neotécnica comienza a transformar radicalmente sus sistemas de comunicación, lo que constituye una característica destacada del período. El telégrafo, el teléfono, el radioteléfono y la televisión (recordemos que Mumford escribía en 1934) provocarán contactos más numerosos, instantáneamente y a largas distancias. No obstante, Mumford era bastante crítico con estos artefactos:

Se enfrenta uno aquí con una forma ampliada de un peligro común a todos los inventos: una tendencia a usarlos exijalo o no la ocasión. Así nuestros abuelos utilizaban planchas de hierro para las fachadas de los edificios, a pesar del hecho de que el hierro es un conocido conductor del calor [...]. Eliminar las restricciones en el estrecho contacto humano [que era lo que propiciaban esos nuevos inventos para la telecomunicación] ha sido, en sus primeras etapas, tan peligroso como el alud de las poblaciones hacia las nuevas tierras: ha aumentado las zonas de fricción. De la misma manera, ha movilizado y acelerado las reacciones de masas, como las que ocurren en vísperas de una guerra, y ha incrementado los peligros de conflicto internacional (Mumford, 1934, p. 260).

A pesar de esta visión, que algunos podrían considerar excesivamente pesimista, Mumford ve en la sociedad neotécnica un cambio con respecto a la actitud que la sociedad paleotécnica tenía sobre el entorno, sobre el medio ambiente. En la fase neotécnica hay una mayor preocupación por la conservación del ambiente natural. Darwin y otros habían puesto de manifiesto la interrelación existente en el medio natural entre geología, clima, suelo, plantas, animales, bacterias, etc. Mumford cita como ejemplo la obra de George Perkins Marsh, que ya en 1866 había alertado sobre los peligros de la destrucción de montes y de suelo en su obra *El hombre y la naturaleza*.

George Perkins Marsh nació el 15 de marzo de 1801 en EE.UU. y murió el 23 de julio de 1882 en Italia. Fue un diplomático erudito y conservacionista cuya obra más importante *Man and Nature* [El hombre y la naturaleza] (1864) constituyó uno de los avances más significativos en geografía, ecología y gestión de recursos naturales durante el siglo xix. Marsh desarrolló una exitosa carrera en la práctica del derecho, pero su amplitud de intereses le llevó también al estudio de la literatura clásica, de las lenguas y las ciencias aplicadas de la silvicultura y la conservación del suelo. Tras su paso por el Congreso fue nombrado Secretario para Turquía, donde aprovechó para estudiar la geografía y las prácticas agrícolas de Oriente Medio y el Mediterráneo. Fue profesor de filología y etimología inglesas en la Universidad de Columbia y en el Lowell Institute. Cuando Abraham Lincoln le nombró primer ministro para Italia aprovechó ese período para resumir su experiencia y conocimientos en *Man and Nature, or Physical Geography as Modified by Human Action*, en 1864. Fue Marsh el primero en tratar a las personas como “agentes geológicos activos”, que podían “construir o degradar”, pero que, de una manera u otra, eran agentes perturbadores que alteraban la armonía de la naturaleza y la estabilidad de los arreglos y adaptaciones existentes, extinguiendo especies animales y vegetales indígenas, introduciendo variedades extranjeras y restringiendo el crecimiento espontáneo. El mismo Marsh estaba preocupado por la destrucción de la cubierta forestal. Pero el de la deforestación no era sino un ejemplo de las muchas maneras en que los americanos, en “el simple acto de coger todas las partes habitables de la tierra”, habían “utilizado sistemáticamente mal nuestras posesiones”.

La fase neotécnica también aportó a la sociedad un control más preciso de la reproducción humana. La extensión de métodos anticonceptivos y un mejor conocimiento de la sexualidad humana fueron elementos fundamentales en la transformación de las relaciones entre los sexos y en la propia demografía.

Mumford concluye diciendo que:

Cada una de las fases de la civilización de la máquina ha dejado sus rendimientos en la sociedad. Cada una ha cambiado su paisaje, alterado el plano físico de las ciudades, utilizado ciertos discursos y despreciado otros, favorecido ciertos tipos de comodidad y ciertos senderos de actividad, y modificado la herencia técnica común. [...] Llamar a esta complicada herencia la Edad de la Energía o la Edad de la Máquina oculta más de lo que pone de relieve. Si la máquina parece dominar la vida de hoy, es sólo porque la sociedad está más desorganizada de lo que estaba en el siglo xvii (Mumford, 1934, p. 288).

3.3.3

Carl Mitcham y las relaciones entre sociedad y tecnología

Si Ortega nos servía para apuntar una posible tipología de sociedades a partir de su idea de la evolución de la técnica y Mumford se centraba en la inter-

acción entre “la máquina” y la sociedad, Carl Mitcham (1989b) expone explícitamente las relaciones entre tecnología y sociedad estableciendo una tipología social. A partir de la obra de Martin Heidegger, Mitcham habla de tres formas de ser-con-la tecnología. No habla de sociedades sino de épocas histórico-filosóficas, aunque no es difícil considerar esas épocas como otros tantos tipos de sociedad.

Según Mitcham, habría un primer tipo caracterizado por la actitud de sospecha hacia la tecnología; es lo que él llama “escepticismo antiguo”. En esta sociedad la tecnología es considerada como algo que nos aleja de Dios o de los dioses. En cuanto a sus repercusiones éticas, se considera que la tecnología socava la virtud individual y, desde el punto de vista político, la tecnología es vista como un elemento que atenta contra la estabilidad social. La técnica es despreciada como fuente o forma de conocimiento, y sus creaciones, los artefactos, son considerados como menos reales que los objetos naturales y precisan de una guía externa.

El segundo tipo de sociedad se caracteriza por lo que Mitcham llama “optimismo ilustrado”, una actitud de promoción de la tecnología. Aquí se considera que la tecnología es ordenada por Dios o por la naturaleza.

David F. Noble (1999) ha explorado también las relaciones entre tecnología y religión, mostrando no sólo que religión y tecnología no se oponen sino que pueden encontrarse raíces religiosas en la tecnología occidental. Argumenta, por ejemplo, que el actual entusiasmo tecnológico es deudor de las antiguas esperanzas cristianas sobre la divinidad perdida.

Desde el punto de vista ético se considera que las actividades técnicas socializan a los individuos y, socialmente, son creadoras de riqueza pública. Los desarrollos técnicos producen conocimientos verdaderos, puesto que nada hay más verdadero que la práctica. Por último, en esta sociedad se considera que naturaleza y artificio obran siguiendo los mismo principios mecánicos. Esta es claramente la sociedad de la modernidad que llevará al desarrollo industrial.

En último lugar Mitcham describe la sociedad que caracteriza como atrapada por lo que llama “desasosiego romántico”, y que manifiesta una actitud ambigua hacia la tecnología. En ella la voluntad de tecnología es una forma de la creatividad, que, por manifestarse como tecnología, tiende a ocuparse menos de otros aspectos. Esta ambigüedad se repite desde el punto de vista de la acción personal, puesto que esta sociedad considera que la tecnología engendra libertad pero aparta de la fuerza efectiva necesaria para ejercitirla. Se piensa que socialmente debilita los lazos de afecto personales. Respecto al conocimiento,

son más importantes la imaginación y la visión que el conocimiento técnico. Finalmente, se considera que los artefactos expanden los procesos de la vida y revelan lo sublime.

3.3.4 Javier Echeverría y las sociedades de los tres entornos

Javier Echeverría (1999) ha analizado recientemente las relaciones entre sociedad y tecnología, atendiendo especialmente a las tecnologías telemáticas. Su distinción entre sociedades de tres entornos nos servirá para concluir este apartado sobre tipologías sociales.

El primer entorno de los que habla el autor es E1. En él, el medio característico es el natural; a este medio es al que evolutivamente ha ido adaptándose la especie humana. Son sociedades de este primer entorno las llamadas culturas de subsistencia —sedentarias o nómadas— basadas en la caza, en la agricultura, en la pesca, en la ganadería o en los recursos naturales. En este primer entorno sólo se percibe como existente lo que está presente físicamente y a corta distancia. Esa presencia física y cercana es *simultánea* a nuestra propia presencia física. Echeverría habla de “formas propias” de cada uno de esos entornos, es decir, de las sociedades existentes en ellos. Las formas propias de este primer entorno son: el cuerpo humano, el clan, la tribu, la familia, la choza, el corral, la casa, el túmulo, la aldea, el trabajo, el trueque, la propiedad, la lengua hablada, la agricultura, la ganadería, los ritos, los lugares sagrados, las divinidades...

En el segundo entorno (E2) el medio característico es el cultural, social y urbano, es decir, una sobrenaturaleza producida gracias a la técnica y a la industria. Las relaciones humanas que se dan en las sociedades de este entorno son las propias de las relaciones urbanas, y el ámbito de las relaciones se amplía a los conceptos de comarcas, territorios, países, etc. En las sociedades de este segundo entorno se han ido instituyendo distintas formas de poder que no existían en E1, como el religioso, el militar, el político, el económico, etc. Puesto que el desarrollo de este segundo entorno no significa la desaparición del primero, se producen conflictos y tensiones entre las formas propias de cada uno de ellos. Son formas propias de E2 la vestimenta, la familia, la persona, el individuo, el mercado, el taller, la empresa, la industria, el dinero, los bancos, las escuelas, los cementerios, la escritura, las ciencias, las máquinas, el derecho, la ciudad, la nación, el Estado, las iglesias... Así, en las sociedades del segundo entorno el cuerpo está recubierto por una sobrenaturaleza (ropa, zapatos, sombrero, tatuajes, maquillaje, pendientes, gafas...) que ha sido producida gracias a la técnica y a la industria.

A pesar de las diferencias, lo que acerca E1 y E2 y aleja las sociedades de ambos entornos respecto a E3 son las propiedades relevantes desde la perspectiva de la interacción entre los seres humanos: las propiedades más importantes son, por un lado, topológicas, pues en E1 y E2 nos encontramos con recintos con interior, frontera y exterior y, por otro con métricas, pues hay una gran dependencia de la vecindad y la proximidad, tanto espacial como temporal.

Y el tercer entorno, ¿a qué llama Echeverría E3?

Esta nueva forma de sobrenaturaleza depende en gran medida de una serie de innovaciones tecnológicas. Conforme surjan nuevos avances tecnocientíficos, las propiedades del tercer entorno se irán modificando, por ser un espacio básicamente artificial [...].

E3 está posibilitado por una serie de tecnologías, entre las cuales mencionaremos siete: el teléfono, la radio, la televisión, el dinero electrónico, las redes telemáticas, los multimedia y el hipertexto. La construcción y el funcionamiento de cada uno de esos artefactos presupone numerosos conocimientos científicos y tecnológicos (electricidad, electrónica, informática, transistorización, digitalización, óptica, compresión, criptología, etc.), motivo por el cual conviene subrayar que la construcción del tercer entorno sólo ha comenzado a ser posible para los seres humanos tras numerosos avances científicos y técnicos. El tercer entorno es uno de los resultados de la tecnociencia, y por ello ha emergido en aquellos países que han logrado un mayor avance tecnocientífico: sobre todo en los Estados Unidos de América, en donde se descubrieron, o cuando menos se implementaron y difundieron casi todos esos avances tecnocientíficos.

Llamando Telépolis (la ciudad global, la ciudad a distancia) al conjunto de formas de interacción social que se han ido desarrollando en E3 durante las décadas finales del siglo xx, diremos que tanto E3 como Telépolis tienden a expandirse por todo el planeta. Contrariamente a lo que suele decirse, este nuevo entorno ciudadano no se limita a ser una futura sociedad de la información. Estamos ante una transformación de mayor entidad basada en un nuevo espacio de interacción entre los seres humanos, en el que surgen nuevas formas y se modifican muchas de las formas sociales anteriores. E3 está modificando profundamente la vida social, tanto en los ámbitos públicos como en los privados: incide sobre la producción, el trabajo, el comercio, el dinero, la escritura, la identidad personal, la noción de territorio y la memoria, y también sobre la política, la ciencia, la información y las comunicaciones. Además, en el tercer entorno se está generando una

nueva modalidad de economía que desborda los límites de los mercados nacionales y modifica profundamente las relaciones entre productores y consumidores. Por último, al hablar de una ciudad global proponemos que los múltiples cambios que las tecnologías de las comunicaciones están induciendo en el mundo sean pensados como otros tantos pasos para la construcción de una ciudad planetaria, no de una nación ni de un Estado mundial (Echeverría, 1999, p. 158).

Según el autor, en E3 se está produciendo lo que él llama *una situación neofeudal*, donde unos señores, los señores del aire —que dan título a una de sus obras sobre el tema—, controlan en una relación casi de vasallaje a las gentes dependientes y sometidas a su tecnología. Son señores del aire puesto que su poder no se encuentra en el territorio o en el espacio físico próximo, como pasaba en E1 y E2, sino que su poder se asienta en los satélites, en las redes de comunicaciones, en los servidores informáticos, etc.

Como vemos, la idea de Echeverría de que E3 es un nuevo tipo de sociedad no se aleja mucho de la “sociedad mundial” de Luhmann, de la que ya habíamos hablado al comienzo de este texto; y tampoco se encuentra muy distante de otras conceptualizaciones sobre la sociedad actual anteriores, que él mismo recoge en su obra como “aldea global”, “tercera ola”, “ciberespacio”, “sociedad de la información”, “frontera electrónica”, “realidad virtual”, etc. Su planteamiento es, no obstante, muy original y completa bien otras tipologías anteriores como la de Mumford.

3.4 El cambio social: algunas interpretaciones

Las sociedades, cualquiera que sea su grado de complejidad, no son sólo un sistema estático sino que también cambian, aun cuando los miembros de esa sociedad puedan no ser conscientes (o no lo sean en el mismo grado) de esos cambios.

Existen diferentes teorías que tratan de explicar la dinámica social. Vamos a repasar las más destacadas siguiendo en parte la obra de Sztompka (Sztompka, 1994). La evolución histórica se ha visto en ocasiones desde una perspectiva organicista, entendiendo que la sociedad es una especie de organismo en evolución. Otra interpretación es la que explica los cambios desde la teoría (o teorías) de los ciclos históricos.

¿Cómo se han entendido y entienden, a su vez, los mecanismos por los que las sociedades cambian? En unos casos se ha considerado que son las ideas las que actúan como motor del cambio, como fuerzas históricas. Otro punto de vista señala la importancia de lo normativo en la estructura social. Hay perspectivas que acentúan la importancia de los grandes individuos (héroes) como agentes del cambio. Por último, se considera que las fuerzas del cambio son los movimientos sociales, cuya culminación serían las revoluciones. Vamos a ver cada una de estas teorías con algo más de detalle.

3.4.1 Las visiones de la historia de las sociedades

3.4.1.1 Las sociedades como organismos

Esta analogía procede de los fundadores de la sociología. Nos detendremos en dos ejemplos: Auguste Comte, considerado el padre de la sociología y la filosofía positivista, y Lewis Henry Morgan, cuyo enfoque organicista y evolutivo pretende ser más materialista.

Auguste Comte (Comte, 1898) consideró que la fuerza que dirige el cambio histórico se encuentra en el terreno de la mente o espíritu, en las formas en las que la gente se aproxima a comprender la realidad. La calidad y cantidad de conocimiento dominado por una sociedad aumenta de modo constante. Comte habló de tres estadios en esa evolución de la humanidad: el estadio teológico, el metafísico y el positivo. En el primero la gente acude a explicaciones y poderes sobrenaturales como causantes de los fenómenos terrenales, domina la vida militar y la esclavitud está muy difundida. En el segundo, metafísico, la gente reemplaza los dioses por causas y esencias abstractas, principios fundamentales de la realidad tal como son concebidos por la razón; dominan las ideas de soberanía, imperio de la ley y gobierno legal. En el estadio positivo, el último, la gente invoca leyes basadas en la evidencia empírica, en la observación, en la comparación y en la experimentación; es la época de la ciencia y la industrialización. Una vez llegados aquí el desarrollo sin fin queda abierto, puesto que la ciencia avanza eternamente hacia adelante.

Lewis Henry Morgan (1878) hace descansar las fuerzas motrices del cambio social en las invenciones y los descubrimientos que, según él, transforman gradualmente y por completo la forma de vida de las poblaciones humanas. Una vez se alcanzan nuevas tecnologías, el carácter de la sociedad se altera, así como las formas de vida familiar y la organización del parentesco, etc.

Según él, la historia de la humanidad pasa por tres fases: salvajismo, barbarie y civilización, cada una de las cuales se distingue por importantes ruptu-

ras tecnológicas. Durante el salvajismo se observa la simple subsistencia basada en la recolección de frutos y bayas, la utilización del fuego y la pesca, así como la invención del arco y la flecha que permitió la caza. En la barbarie lo característico y distintivo es la cerámica, la domesticación de animales y las técnicas agrícolas, así como la producción de hierro. La civilización está marcada por la invención del alfabeto fonético y la escritura. Esta explicación tecnológica tuvo mucha influencia posterior.

3.4.1.2 La teoría de los ciclos históricos

La teoría de los ciclos históricos, en lugar de evolución novedosa, ve repetición y recurrencia en la historia. El cambio social e histórico no se mueve a lo largo de una línea, sino en círculo. En estas teorías el sistema social que cambia será el mismo (o muy parecido) en un tiempo posterior a como lo fue anteriormente.

Como ilustración de este tipo de teorías mencionaremos la de Oswald Spengler. Expuso sus ideas en *La decadencia de Occidente* (Spengler, 1932). No hay progreso lineal en la historia, sino un conjunto de historias vitales de totalidades orgánicas separadas, encerradas en sí mismas, llamadas “altas culturas”. La historia sólo puede ser la biografía colectiva de tales culturas. Cada cultura individual sigue el ciclo vital de la infancia, la juventud, la edad adulta y la vejez; surge, crece, cumple su destino y muere. La fase de decadencia de la cultura es denominada “civilización”. Es una fase petrificada y agónica, en la que aparecen como rasgos una perspectiva cosmopolita en lugar de local, las vagas relaciones urbanas sustituyen a los lazos de sangre, un enfoque abstracto y científico en lugar de la sensibilidad religiosa natural. La agonía de una civilización puede durar mucho pero está condenada, en último término, a desaparecer. Spengler distinguió ocho “altas culturas” que estudió: la egipcia, la babilónica, la india, la china, la clásica (greco-romana), la árabe, la mexicana y la occidental (surgida en torno al año 1000). Al igual que el nacimiento de las culturas, el curso vital de cada una de ellas no puede ser explicado causalmente, es una manifestación de la necesidad interna o del destino, sólo puede ser captado por intuición. Tampoco el nacimiento de las culturas tiene causas.

3.4.1.3 El materialismo histórico y el cambio social

El enunciado básico de Karl Marx (1867) es bien conocido: *no es la conciencia la que determina la realidad, sino que es la realidad la que determina la conciencia*. Dejando de lado las diferentes versiones del materialismo histórico

o los matices de los distintos seguidores de Marx, podemos exponer la concepción general que tiene Marx del cambio social mediante la tabla anexa.

	Formas de producción	Clases sociales	Conflictos
Sociedad tribal	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedad comunitaria del territorio. • La familia como unidad social. • Caza, pesca, ganadería y agricultura como actividades económicas. 	No hay clases, sólo relaciones de parentesco.	La producción agrícola aumenta la población generándose una producción especializada que da lugar a coacciones.
Sociedad esclavista	<ul style="list-style-type: none"> • Producción especializada con los esclavos como parte de los medios de producción. 	Esclavos y ciudadanos.	Aparecen los primeros conflictos entre clases.
Sociedad feudal	<ul style="list-style-type: none"> • Producción agrícola a pequeña escala como actividad individual o familiar. • Propiedad individual de la tierra y los medios de producción compatible con una jerarquía de dominio. 	Siervo y señor. Gremios artesanos.	Exceso de producción sobre el consumo. Producción dirigida al intercambio más que a satisfacer necesidades individuales.
Sociedad capitalista	<ul style="list-style-type: none"> • Medios de producción sociales pero de propiedad privada. • División del trabajo altamente organizada. 	Capitalistas y proletarios.	La tendencia al incremento de la plusvalía aumenta las tensiones entre las clases, lo que abre un período revolucionario.
Sociedad comunista	<ul style="list-style-type: none"> • Medios de producción sociales y de propiedad común. 	No hay clases.	Tras la prehistoria, en la que se ha vivido la explotación del hombre por el hombre, comienza la verdadera historia de la humanidad.

Son los conflictos entre las diferentes clases sociales los motores del cambio social y su inevitable camino hacia la sociedad comunista.

3.4.2 Diferentes interpretaciones del devenir social

3.4.2.1 Las ideas como fuerzas históricas

Desde esta perspectiva se considera que los elementos relevantes para explicar el cambio social son las creencias, los valores, las motivaciones, las aspiraciones... Los factores explicativos únicos están localizados en el reino de las ideas, las creencias categóricas y las creencias normativas que sostiene la gente. Representante destacado de esta concepción es Max Weber. Weber se plantea cómo surgió el capitalismo. Responde: fue el resultado de la aparición de un nuevo tipo de empresarios y un nuevo tipo de trabajadores. ¿Qué distingue a estos nuevos tipos? Un ethos o mentalidad específica, el “espíritu del capitalismo”. Weber va más allá y considera que ese “espíritu del capitalismo” está directamente relacionado con el protestantismo. ¿Qué tiene el credo protestante que pueda llevar al precapitalismo? La idea de vocación: la satisfacción de un deber en los asuntos mundanos como forma más alta de actividad moral y la idea de predestinación: el logro de la gracia y la salvación en el otro mundo como consecuencia de decisiones completamente soberanas y libres de Dios, que se manifestaría a través del éxito en empresas mundanas. Si se es ocioso y se desperdicia el tiempo en el placer y el consumo, esto es señal de condenación. Esta tesis de Weber y su mensaje central, que los determinantes importantes de los macroprocesos históricos se encuentran en el microdominio de las motivaciones, creencias y actitudes, ha sido muy influyente en sociología.

3.4.2.2 Lo normativo en la estructura social

Dado que la vida social aparece regulada por reglas, el orden de las normas, los valores, las instituciones que regulan la vida humana es considerado aquí como el principal factor en la explicación del cambio social por muchos autores. El cambio social o la dinámica de la estructura social se explica, por ejemplo en Robert K. Merton, desde esta perspectiva por la existencia de evasiones institucionalizadas de las reglas. En una primera fase se producen iniciativas comunes de evasión entre grandes colectividades de individuos, emparejadas con la creencia de que “todo el mundo lo hace” y la tendencia a imitar a los evasores que tienen éxito (ejemplos de esto pueden ser la evasión de impuestos, copiar en los exámenes, realizar pequeñas trampas en las empresas en que se trabaja ...). El siguiente paso son las evasiones según patrones; se elimina la legitimidad de normas institucionales existentes que son sustituidas por otras. Tres variaciones de las evasiones institucionalizadas son las siguientes. En primer lugar, la “erosión de la norma”: normas establecidas hace mucho tiempo no son coherentes con la realidad actual (por ejemplo, la liberación de costumbres

sexuales). En segundo lugar, la “resistencia a la norma”: las normas que se evitan son nuevas, recién introducidas “por decreto” y se alejan de las formas establecidas de conducta (ej. resistencia a normas legales). Y, en tercer lugar, la “sustitución de normas”: una norma se mantiene vigente pero la evasión adquiere legitimidad por su escala y duración. Otra forma en la que se considera que funcionan las normas como motor del cambio es mediante la acumulación de innovaciones normativas. Esto se puede exemplificar con una ruptura innovadora o descubridora en la estructura de una tecnología prevalente, con la figura del profeta religioso o la autoridad moral que dicta una nueva definición de bondad o de justicia, etc. Según este esquema, el cambio social tiene un inicio (en un cambio de normas por parte de un individuo o un grupo de ellos), ese cambio es filtrado por diferentes agentes sociales (hay algunos especialistas en “filtrado” como los censores, los evaluadores de artículos y libros, los consejos de redacción, etc.), y tras el filtrado se produce la difusión del cambio que finalmente será legitimado si es que va a sobrevivir.

3.4.2.3 Los grandes individuos como agentes del cambio social

Según esta perspectiva, los cambios sociales, las transformaciones históricas a gran escala, encuentran su explicación en las acciones de individuos excepcionales por sus cualidades (sus conocimientos, competencia, habilidades, fuerza, astucia o “carisma”). Ellos son los motores de la historia. Aquí se incluyen líderes, profetas, ideólogos, tiranos, gobernantes, legisladores, gestores ... Hay diferentes grados en los modos en que estos personajes pueden actuar. Colocados en escala podemos señalar, en primer lugar, las actividades cotidianas con motivaciones egoísticas y privadas; acciones que se acometen en el contexto de un comportamiento colectivo, y que son una suma poco coordinada de acciones individuales (por ejemplo, revueltas, explosiones de hostilidad...). En segundo lugar, las acciones colectivas, voluntarias y coordinadas para alcanzar algún bien común entre los participantes. En tercer lugar, las actividades empresariales, para producir la acción deseada. Y, finalmente, las acciones políticas, como es el caso del ejercicio del poder. Hay, obviamente, diversos grados y matices en la grandeza de los personajes que, según este punto de vista, protagonizan los cambios sociales. No todos dejan la misma huella en el tiempo: algunos marcan la posteridad como Jesús y Buda, César y Napoleón, Bolívar y Martí, Theodore Roosevelt y Adolf Hitler; otros marcan tendencias pero de vida más efímera, aunque en su momento tengan muchos seguidores o provoquen apreciables cambios sociales: Madonna y Ricky Martin, Versace y Calvin Klein. También el grado de influencia puede ser diferente en el espacio, casos de la importancia espacial de Pinochet y Hitler. Asimismo, la influencia varía en la medida en que lo hace el objeto de interés de estos personajes; hay líderes de acción: generales, políticos, dictadores...; líderes de pensamiento: profetas, sabios, filósofos, intelectuales... También la

manera de “hacer historia” de estos personajes se presenta con diferencias. Unos no serían conscientes de las consecuencias de sus actos, otros se ven de forma consciente en grandes papeles históricos: Napoleón, Lenin o Reagan pueden ser ejemplos. Como ilustración de estas visiones de la historia, según las cuales todo lo que hay en ella es consecuencia de acciones individuales, voluntarias, podemos citar a Thomas Carlyle que sostenía que “la historia universal, la historia de lo logrado por los hombres en este mundo, es, en último término, la historia de los grandes hombres que aquí trabajaron”. Esa grandeza se manifiesta en el poder intelectual para comprender la realidad y en la habilidad para actuar adecuadamente.

3.4.2.4 Los movimientos sociales como fuerzas del cambio

Se considera aquí que el actor principal de los cambios sociales son los movimientos sociales. Estos movimientos son quizá las fuerzas de cambio más potentes en la sociedad actual. Aunque los movimientos sociales se caracterizan en general por una serie de rasgos (colectividad de personas actuando de forma conjuntada, el fin que se comparte es algún cambio en la sociedad definido de forma parecida por los participantes, la colectividad tiene un nivel bajo de organización formal, las acciones tienen un alto nivel relativo de espontaneidad), ha sido desde el materialismo histórico o desde el marxismo en general donde se ha destacado la importancia de los movimientos sociales como agentes del cambio en las sociedades. Para el marxismo el crecimiento sin precedentes de las desigualdades sociales, con grandes jerarquías de riqueza, poder y prestigio que acompañan a la moderna economía capitalista, lleva a la percepción de la explotación, la opresión, la injusticia y la privación. Todo ello genera hostilidades y conflictos de grupo. La gente cuyos intereses están en peligro está dispuesta a luchar contra aquellos que los amenazan.

En la dinámica interna de todo movimiento social se pueden distinguir cuatro estadios:

- *Orígenes.* Los movimientos sociales se originan en condiciones sociales históricamente específicas. Surgen dentro de una estructura histórica dada. El movimiento articula los puntos de vista heredados, tradicionales, los entresaca y selecciona, poniendo el acento en unas partes y otras, pero nunca produce un sistema ideológico de la nada. La estructura preexistente de desigualdades sociales, las jerarquías establecidas de riqueza, poder y prestigio, con las contradicciones y conflictos resultantes entre segmentos de la población (clases, estratos, grupos de interés...), es considerada como el factor esencial en las movilizaciones. La gente afectada por

las tensiones estructurales debe desarrollar cierta conciencia de su condición, alguna definición de los factores o de los agentes responsables de la misma, alguna imagen de una posible situación mejor o algún proyecto para escapar de la realidad actual. Las formas particulares de éstas pueden variar mucho, desde los mitos de las sociedades primitivas hasta las distintas formas de ideología de la sociedad moderna (ideología moral, religiosa, jurídica, política, etc.). En esa primera fase, a menudo un suceso relativamente insignificante juega el papel de factor precipitador, iniciando de hecho la “carrera” del movimiento.

- *Movilización.* En un primer momento se recluta a aquellos que están más afectados por las condiciones contra las que se levanta el movimiento, que son más conscientes y están más sensibilizados respecto a los problemas centrales del movimiento. Tales personas se suman por convicción y consideran el movimiento un instrumento para lograr los cambios sociales deseados. En una segunda ola de reclutamiento, una vez que el movimiento ha comenzado su andadura, el número de miembros crece, pudiendo aparecer los oportunistas que se suman con la esperanza de obtener beneficios tangibles (cargos lucrativos). Es importante para la movilización la figura de los líderes carismáticos.
- *Elaboración estructural.* Poco a poco van emergiendo nuevas ideas, creencias, credos. Luego aparecen nuevas normas y valores. Seguidamente surge una nueva estructura organizativa interna: nuevas interacciones, relaciones, lazos, etc. entre los miembros. Por último, hay una emergencia de nuevas estructuras de oportunidad, de nuevas jerarquías de dependencia, dominación, liderazgo, influencia y poder dentro del movimiento.
- *Terminación.* Hay dos posibilidades: el movimiento vence, por lo que pierde su razón de ser desmovilizándose y disolviéndose. Si no vence, entonces es suprimido y derrotado, agotando su potencial de entusiasmo, decayendo gradualmente sin alcanzar la victoria.

Como conclusión cabe apuntar que los movimientos sociales encarnan las dos caras de la realidad social, la dialéctica de los individuos y las totalidades sociales; tienen una cualidad intermedia: están entre los individuos actuando y las totalidades sociales completas, no son por entero ni conducta colectiva ni grupos de interés incipientes, sino que contienen elementos esenciales de ambos; los movimientos sociales toman parte en el modelado, en la construcción y en la

reforma de la sociedad externa, siendo el agente más importante en la construcción de estructuras y en el cambio social.

3.5

La articulación democrática de lo social como condición para la participación activa en las decisiones tecnocientíficas

3.5.1

La sociedad actual

Como se ha visto, todos los autores coinciden en la importancia social que hoy día tiene el complejo científico-tecnológico. Las nuevas formas sociales están basadas en la ciencia. Si en un principio la ciencia aplicó su saber a la producción, hoy se aplican las estrategias productivas a la propia ciencia. El último siglo ha sido “el siglo de la ciencia” (Sánchez Ron, 2000); en los últimos cincuenta años han vivido más científicos que en toda la historia anterior, igual que sucede con la propia población humana; y la producción de artículos y revistas científicas ha aumentado y sigue creciendo exponencialmente. Si en un principio la distinción entre ciencia básica y ciencia aplicada (tecnología) tenía algún sentido, hoy desde luego parece haberlo perdido: desde mediados del siglo XIX, la distancia entre un conocimiento básico y su aplicación práctica se ha reducido hasta casi desaparecer y hacer poco operativa aquella distinción. Vivimos en sociedades donde, como empezó a entrever Mumford y afirma Echeverría, los principales flujos ya no son de energía, sino de información. Es tal ese flujo que la información como tal ha perdido valor. Quizás lo que se necesita ahora para tener poder es saber cómo utilizar y manejar ese caudal de informaciones, a veces contradictorias y siempre complejas.

La sociedad actual es, como se ha apuntado antes, una sociedad mundializada en la que las nuevas tecnologías de la comunicación han contribuido a una desterritorialización, a la pérdida de importancia de las fronteras geográficas o políticas tradicionales; una sociedad en la que, por poner un ejemplo, la evolución de la bolsa de Extremo Oriente puede tener repercusiones catastróficas en las economías de los países del Cono Sur americano. En muchos casos esto ha ido acompañado de un desinterés por lo cercano: lo que pase a tres manzanas puede parecer mucho más lejano que lo que ocurre en el otro extremo del mundo, tal es el poder de los medios de comunicación.

Esta nueva sociedad ha colocado como nuevo fetiche el cambio, despreciando la estabilidad. Todo debe encontrarse en estado de mutación permanente. Progreso y avance son valores indiscutibles que han pasado del mundo

tecnológico al social y lo impregnan absolutamente: las vanguardias artísticas supusieron el trasvase de estos valores desde el mundo tecnocientífico al artístico.

En esta nueva realidad globalizada son pocos los actores que pueden influir en la marcha de la realidad sociopolítica, sólo ciertos países, algunas grandes multinacionales o algunos organismos internacionales. Esta lejanía de los centros de decisión, esta imposibilidad de los ciudadanos de intervenir de manera efectiva sobre su entorno más cercano tiene dos consecuencias. La primera es la aparición de ideologías “tradicionales” que preconizan un retorno —siempre artificial— a supuestas esencias del pasado, ya sean religiosas o políticamente tradicionalistas. Una segunda consecuencia es producto no sólo de ese alejamiento de los espacios de decisión política sino también de la cada vez mayor distancia entre lo que las tecnologías pueden hacer y la valoración de lo que puede hacerse. Es decir, la valoración moral o ética va muy por detrás de lo que técnicamente es posible realizar. La mayor parte de los avances tecnocientíficos se encuentra fuera de un marco ético o normativo (los ejemplos que vienen a la mente son muy cercanos: clonación, embriones congelados, manipulación genética ...por citar los más obvios). Esto hace que, paradójicamente, la ética sea un “tema de moda”. Dado que “lo político” se aleja cada vez más de nosotros, da la sensación de que la única manera de abordar las cuestiones tecnocientíficas por parte de los ciudadanos es ética; abordarla políticamente parece imposible por ser el político un territorio también reservado a “expertos”. Volveremos enseguida sobre este punto y expondremos algunos enfoques éticos de la cuestión.

Así pues, en este tipo de sociedad inextricablemente unida a la tecno-ciencia, en esta sociedad ya sólo pensable como sociedad mundial en la que es posible por primera vez en la historia la interacción a nivel mundial y en la que juegan un papel esencial la ciencia y la tecnología, que contribuyen a configurarla y a definir los problemas que se plantean en la misma, es en la que algunos autores sitúan el protagonismo tecnocientífico principal de las técnicas de reproducción, de manipulación genética, de clonación, etc. Sobre estas tecnologías biológicas aparecen una vez más los debates entre tecnófilos y tecnófobos: los primeros ven en ellas una oportunidad única de corrección de los males de la “naturaleza humana” o de toda una serie de problemas alimentarios relacionados con la superpoblación. (Recientemente se ha producido un agrio debate en Alemania, protagonizado por Peter Sloterdijk y su obra *El zoo humano*, donde una de las propuestas que realizaba el autor se entendía como una aplicación de la ingeniería genética a la “mejora humana” tras el fracaso del proyecto educativo ilustrado. Habermas intervino en la polémica, por vía interpuesta, acusando a Sloterdijk poco menos que de resucitar los planes eugenésicos del nazismo). Para otros, el protagonismo tecnológico en nuestra sociedad se lo llevan las tecnologías de la información, por lo que hablan no sólo de “sociedad de la información” sino de “era de la información” (Castells, 1997). Una vez más los hay que ven en estas

tecnologías una oportunidad para la “democracia total”, una especie de vuelta al ideal ateniense según el cual cada ciudadano de la nueva comunidad global podría participar de todas y cada una de las decisiones que toman los políticos profesionales en nuestros sistemas democráticos representativos; pero, por otro lado, también se advierte del peligro que para las libertades podrían suponer estos sistemas de comunicación y de información si, confundiendo lo que según algunos es la esencia de la democracia (el diálogo, la búsqueda de consensos ...) con la simple emisión de un voto a través de una red, hubiera quien utilizara aquellos sistemas para la manipulación, la demagogia, la exclusión, la eliminación de las ideas contrarias, etc.

Al mismo tiempo, en esta sociedad nos encontramos cada vez más con un creciente des prestigio de “la política” o “lo político”, que en muchas ocasiones y desde ciertas ideologías se pretende que es una muestra de madurez social o política, e incluso un ideal a perseguir. Cuanta más gente se desentienda de la cosa pública y vaya “a lo suyo”, mejor, puesto que, se dice en esas ideologías, ese es el objetivo de una sociedad avanzada.

En muchos casos ese des prestigio de lo político pretende ser disfrazado o sustituido por un protagonismo de “lo técnico”, avanzando así en la despolitización social: si las decisiones que hay que tomar son técnicas, eso significa que la mayoría de la población no tiene la capacidad ni los recursos para dedicarse a ellas, por lo que habrá que delegar en los expertos. Se trata de la actualización de la vieja disputa que ya inaugurara Platón en el *Protágoras*.

Es cierto que en las últimas décadas la democracia se ha extendido a la mayoría de países. Y la mayor parte de los ciudadanos de esos países percibimos el mundo desde una óptica democrática. Es decir, que las situaciones que en otros tiempos se consideraban situaciones “naturales”, como la pobreza de grandes capas de la población o la sumisión absoluta de la inmensa mayoría a una minoría poderosa, hoy son consideradas como problemas que pueden y deben tener una solución. En palabras de Salvador Giner:

[...] la democracia ha educado, a la mayoría de quienes moran en ella, a ver los problemas y aspiraciones con los que se enfrenta la comunidad como situaciones que no dependen de la fatalidad sino de la voluntad. Tienen solución. Nuestra tarea, como agentes racionales que somos, es hallarla y ponerla luego en práctica a través de la legislación, la actividad gubernamental y otras medidas de origen político, amén de lo que podamos hacer cada cual formando libremente nuestras asociaciones o movimientos cívicos, o trabajando con ahínco. La democracia difunde la convicción de que el mundo depende, en gran medida, de nosotros mismos (Giner, 1996, p. 144).

Sin embargo, pese a lo afirmado por Giner, lo que parece suceder es que la implicación de los ciudadanos en la búsqueda de soluciones a través de la legislación y de la actividad gubernamental es percibida por muchos como insuficiente y distante. Quizá se ha sustituido precisamente por el auge de lo “no gubernamental”, de las organizaciones que con el apellido de “no gubernamentales” se esfuerzan, en el mejor de los casos, por tratar de paliar los problemas sociales. Pero seguramente estas organizaciones son una muestra más de la decadencia de la pasión política (Ramoneda, 2000), y de su sustitución por otra idea y otro término que goza, este sí, de amplio predicamento y prestigio social: la ética.

Lecturas complementarias

BECK, U. (1997): *¿Qué es la globalización?* Barcelona, Paidós, 1998.

MATTELART, A. (1999): *Historia de la utopía planetaria: de la ciudad profética a la sociedad global.* Barcelona, Paidós, 2000.

3.5.2 Consideraciones éticas en torno a la sociedad tecnocientífica

Hans Jonas (1979) ha planteado la necesidad de establecer un “principio de responsabilidad”, que él entiende como un principio ético, para con las generaciones futuras. Para este autor, hasta tiempos muy recientes las acciones técnicas de los seres humanos eran moralmente neutras, salvo en el caso de la medicina, dado que las actividades humanas no podían provocar un daño permanente a la naturaleza. En el mundo actual esto ha cambiado radicalmente, y ahora se manifiesta la tremenda vulnerabilidad de la naturaleza frente a las acciones humanas. Los actos técnicos actuales no se limitan a lo próximo en el espacio, ni tampoco en el tiempo, como ocurría en el pasado. Por ello Jonas considera urgente la teorización de una nueva ética, una ética para un mundo tecnológico que partiría de lo que él llama “el principio de responsabilidad”. Jonas aborda la fundamentación de esa nueva ética partiendo también de una reflexión metafísica. Esta no sería una ética de individuos, tiene que ver con acciones, pero no las del sujeto individual, aunque tampoco se podría ejercer desde las estructuras políticas tradicionales. Dice el autor:

Hay otro aspecto digno de mención en esta necesaria nueva ética de la responsabilidad por un futuro remoto y de la justificación ante él: la duda sobre la capacidad del gobierno representativo para responder adecuadamente con sus principios y procedimientos habituales a las nuevas exigencias. Así esto es debido a que, de confor-

midad con esos principios y procedimientos, sólo se hacen oír y sólo se hacen valer, obligando a tomarlos en consideración, los intereses presentes. Las autoridades políticas han de rendir cuentas ante ellos y es así como se concreta el respeto a los derechos, a diferencia de su reconocimiento abstracto. Mas el “futuro” no está representado por ningún grupo; no constituye una fuerza capaz de hacer notar su peso en la balanza. Lo no existente no es un lobby y los no nacidos carecen de poder. Así pues, la consideración que se les debe no tiene tras de sí ninguna realidad política en el proceso de decisión actual (Jonas, 1979, p. 56).

Otra propuesta de una nueva ética para esta sociedad tecnológica es la de Evandro Agazzi (1992), que utiliza la teoría de sistemas como instrumento de análisis del complejo científico-tecnológico y de construcción de esta nueva ética. Para Agazzi, aunque el sistema científico-tecnológico tienda a la autosuficiencia y al autocrecimiento, no es un sistema cerrado y puede recibir influencias externas. El sistema científico-tecnológico es un subsistema adaptativo y abierto, que actúa poderosamente sobre el ambiente en el que está inmerso, pero que también recibe sus influencias. Por otro lado, para el autor la moral también es un sistema, es el sistema encargado de proporcionar los puntos de referencia “externos” necesarios para mantenerlo bajo control. Para Agazzi, dado que el científicismo impregna nuestra cultura, las éticas que permitan ese control externo del complejo científico-tecnológico no pueden ser aquellas que se encuentran más próximas al mismo en sus planteamientos, esto es, la ética analítica o las éticas naturalistas y deterministas. Frente a tales éticas el autor propone que ese control externo se ejerza desde una visión sistémica de la ética.

Hay varias condiciones para que la ética pueda jugar ese papel. Una es la exigencia de revalorizar plenamente la existencia y el alcance de auténticos y específicos valores morales que se dan en la experiencia de todo hombre, y que son, por ejemplo, lo justo, el bien, la lealtad, la benevolencia, el respeto, la dignidad de la persona o la responsabilidad (Agazzi, 1992, p. 361). Otra es que el sistema científico-tecnológico regule su funcionamiento de tal forma que pueda corresponder al respeto de los criterios de valor y de deber expresados en el sistema moral. Y aquí es donde Agazzi parece pasar del terreno moral al político, puesto que afirma que es preciso que esta regulación sea objetivada mediante relaciones funcionales o explícitas, o sea, a través de normas de comportamiento públicas y objetivadas en alguna medida, la mayor parte de las cuales están todavía por elaborar en su totalidad (Agazzi, 1992, p. 362). Una tercera condición se refiere a la eficiencia de funcionamiento del propio sistema moral, que no puede funcionar como un sistema cerrado. Agazzi plantea que el funcionamiento de la moral debe procurar buscar una optimización de todos los valores en juego dentro de la situación determinada (Agazzi, 1992, p. 362). Esto significa que ningún

valor debe ser totalmente sacrificado, o demasiado sacrificado, y que la maximización de cada uno venga limitada justamente por el compromiso de no perjudicar la adecuada satisfacción de otros valores, todo lo cual aleja el planteamiento de Agazzi de una ética de tipo utilitarista. También se sigue de aquí que no hay un único criterio para optar por unos u otros valores, los valores inferiores tienen derecho a un respeto desde el punto de vista de la optimización comentada. Además, no existen valores o deberes absolutos, la admisión de normas o valores absolutos conduce a conflictos irresolubles, salvo que se acepte como solución un único valor absoluto.

¿Cómo se establece la optimización de los valores? Se trata de instaurar una confrontación dialéctica entre las diversas opciones disponibles, para juzgar desapasionada y racionalmente de qué manera, en la situación efectiva, se produce la recíproca relación entre valores y deberes, ateniéndose a la conducta que asegure la optimización, y permaneciendo sabedores de que ningún valor será satisfecho completamente y que algunos serán sacrificados más que otros, pero que en conjunto la solución elegida será la “mejor posible” (Agazzi, 1992, p. 362).

Lecturas complementarias

MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos. Especialmente las partes II y III.

PASSMORE, J. (1974): *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza: ecología y tradiciones en Occidente.* Madrid, Alianza Editorial, 1978.

SANMARTÍN, J. (1988): *Los nuevos redentores.* Barcelona, Anthropos.

SHATTUCK, R. (1998): *Conocimiento prohibido. De Prometeo a la pornografía.* Madrid, Taurus.

3.6 Conclusión

La mayor parte de los análisis teóricos procedentes de la sociología o de la filosofía social coinciden en señalar que la sociedad es tanto algo que procede de nuestra “naturaleza” como algo convencional sujeto a modificación. Nuestra naturaleza nos lleva a vivir en sociedad. Otra cosa es cómo queremos que sea la sociedad en que vivimos.

Casi todos los autores coinciden en considerar el desarrollo tecnocientífico como un elemento fundamental a la hora de “catalogar” los diferentes tipos

de sociedad. Las sociedades se pueden definir por su desarrollo tecnocientífico, por su percepción de la tecnociencia y su relación con ella.

Hay diferentes teorías que pretenden explicar los mecanismos de cambio social. La sociología académica mantiene posiciones que no excluyen la intervención de diferentes factores a la hora de explicar estos cambios. Sin embargo, algunos de esos factores se relacionan más con las teorizaciones que desde la concepción heredada (positivista) se han utilizado a la hora de exponer los mecanismos de desarrollo y transformación tecnocientífica.

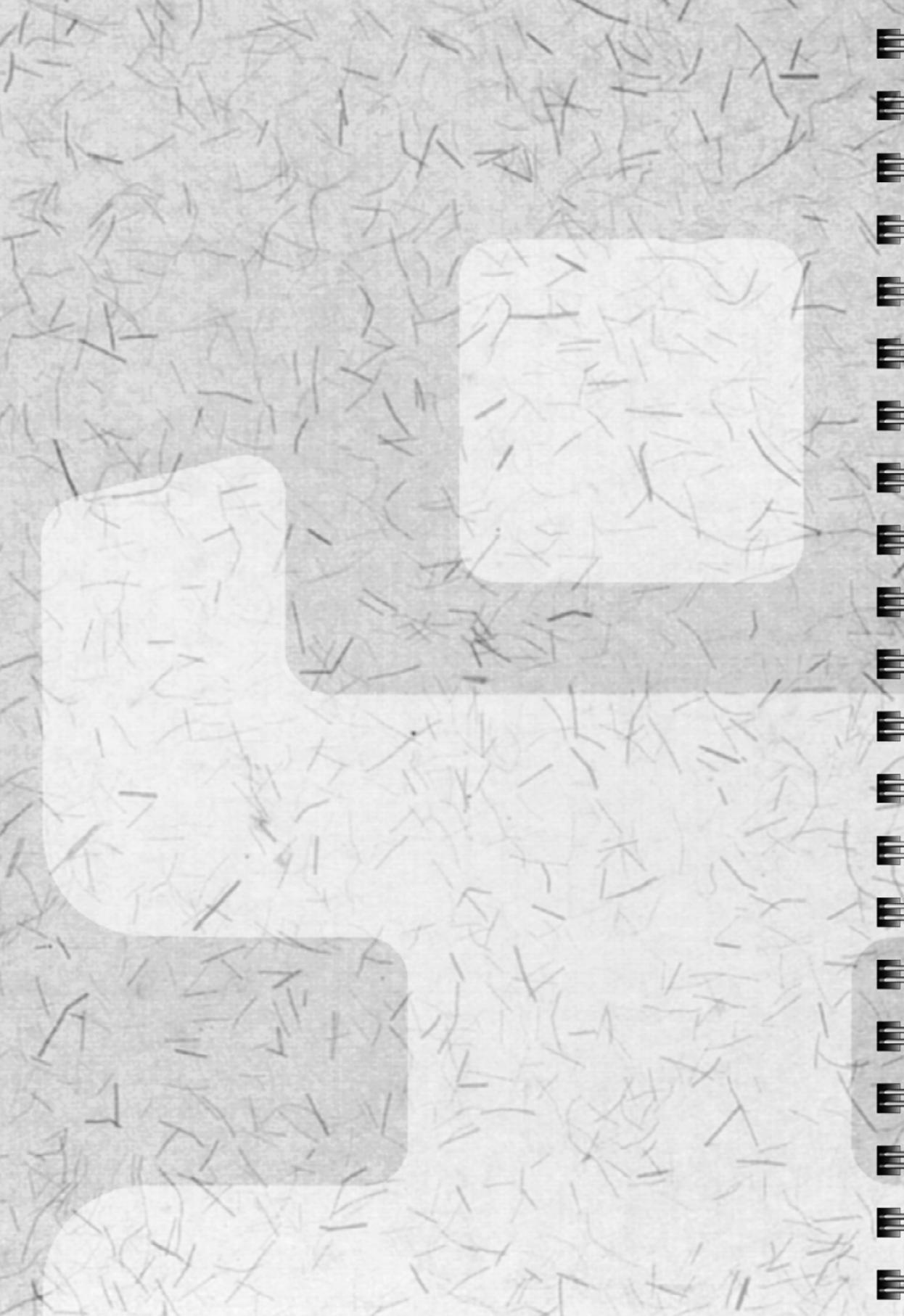
La sociedad actual es una sociedad que vive inmersa en un mundo donde prácticamente todo lo que nos rodea es de alguna manera un producto de la ciencia y la tecnología. En esta sociedad se da un fenómeno ubicuo que permite caracterizarla: el riesgo. Los riesgos que corremos están asociados con el uso de artefactos tecnocientíficos. Tal situación, y la magnitud y naturaleza de los riesgos que hoy debemos afrontar, hace necesario el desarrollo de nuevos enfoques éticos como el “principio de responsabilidad”.

3.7 Bibliografía

- AGAZZI, E. (1992): *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*. Madrid, Tecnos, 1996.
- ALMARAZ, J. (1997): “Niklas Luhmann: la teoría de los sistemas sociales antes de la autopoiesis”, en *Anthropos*, núms. 173-174, julio-octubre.
- ARISTÓTELES: *Política*. Madrid, Alianza Editorial, 1996.
- AYALA, F. (1947): *Tratado de sociología*. Madrid, Espasa-Calpe, 1984.
- BECK, U. (1986): *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona, Paidós, 1998.
- (1997): *¿Qué es la globalización?* Barcelona, Paidós, 1998.
- CASTELLS, M. (1997): *La era de la información*. Madrid, Alianza Editorial.
- COMTE, A. (1898): *Discurso sobre el espíritu positivo*. Madrid, Alianza Editorial.
- ECHEVERRÍA, J. (1999): *Los señores del aire: Telépolis y el tercer entorno*. Barcelona, Destino.
- GINER, S. (1969): *Sociología*. Barcelona, Península, 1976.
- (1996): *Carta sobre la democracia*. Barcelona, Ariel.
- JONAS, H. (1979): *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona, Herder, 1995.
- LAMO DE ESPINOSA, E. (1996): *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia. Ensayos sobre la condición moderna*. Oviedo, Ediciones Nobel.

- LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*. Madrid, Alianza Editorial.
- LUHMANN, N. (1991): *La ciencia de la sociedad*. Barcelona, Anthropos, 1996.
- (1992): *Observaciones de la modernidad. Racionalidad y contingencia en la sociedad moderna*. Barcelona, Paidós, 1997.
- MALSON, L. (1981): *Les enfants sauvages (mythes et réalités), suivi de mémoire et rapport sur Victor de l'Aveyron par Jean Itard*. París, France Loisirs.
- MARX, K. (1867): *El Capital. Crítica de la economía política*. México, FCE, 1959.
- (1979): *Contribución a la crítica de la economía política*. Editorial Progreso, 1989.
- MATTELART, A. (1999): *Historia de la utopía planetaria: de la ciudad profética a la sociedad global*. Barcelona, Paidós, 2000.
- MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.
- (1989b): “Tres formas de ser-con la tecnología”, en *Anthropos. Filosofía de la Tecnología. Una filosofía operativa de la tecnología y de la ciencia*, núms. 94-95, marzo-abril.
- MORGAN, L. H. (1878): *Ancient society*. Tucson, University of Arizona Press, 1985.
- MORIN, E. (1973): *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología*. Barcelona, Kairos, 1996.
- MUMFORD, L. (1934): *Técnica y civilización*. Madrid, Alianza Editorial, 1982.
- (1964): “Técnicas autoritarias y democráticas”, en *Anthropos. Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad. Antología de autores y textos*, suplemento 14, 1989.
- NOBLE, D. F. (1995): *Una visión diferente del progreso. En defensa del luddismo*. Barcelona, Alikornio Ediciones, 2000.
- (1997): *La religión de la tecnología. La divinidad del hombre y el espíritu de invención*. Barcelona, Paidós, 1999.
- OLIVER, D. (1955): *A Solomon Island society: kinship and leadership among the Siuai of Bouganville*. Cambridge, Harvard University Press.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1939): *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Madrid, Alianza Editorial, 1982.
- PASSMORE, J. (1974): *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza: ecología y tradiciones en Occidente*. Madrid, Alianza Editorial, 1978.
- PLATÓN (1981): *Diálogos I*. Madrid, Editorial Gredos.
- RAMONEDA, J. (2000): *Después de la pasión política*. Madrid, Taurus.
- SABATER PI, J. (1992): *El chimpancé y los orígenes de la cultura*. Barcelona, Anthropos.
- SALOMON, J. J. (1992): *Le destin technologique*. París, Balland,
- SÁNCHEZ RON, J. M. (2000): *El siglo de la ciencia*. Madrid, Taurus.

- SANMARTÍN, J. (1988): *Los nuevos redentores*. Barcelona, Anthropos.
- SAVATER, F. (1992): *Política para Amador*. Barcelona, Ariel.
- SHAPIN, S. (1996): *La revolución científica. Una interpretación alternativa*. Barcelona, Paidós, 2000.
- SHATTUCK, R. (1998): *Conocimiento prohibido. De Prometeo a la pornografía*. Madrid, Taurus,
- SPENGLER, O. (1932): *La decadencia de Occidente. Bosquejo de una morfología de la historia universal*. Barcelona, Planeta-Agostini, 1993.
- SLOTERDIJK, P. (1999): *Normas para el parque humano. Una respuesta a la "Carta sobre el humanismo" de Heidegger*. Barcelona, Siruela, 2000.
- SZTOMPKA, P. (1994): *Sociología del cambio social*. Madrid, Alianza Universidad, 1996.
- TESTART, J. (2000): “Los expertos, la ciencia y la ley”, en *Le Monde Diplomatie*, núms. 58-59, septiembre.
- WAAL, F. de (1982): *La política de los chimpancés*. Madrid, Alianza Editorial, 1993.



4

¿Qué es Ciencia, Tecnología y Sociedad?

4.1 Introducción

La expresión “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) suele definir un ámbito de trabajo académico, cuyo 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. Utilizaremos la expresión desnuda “CTS” para hacer referencia al objeto de estudio, a las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, y la frase “estudios CTS” para el ámbito de trabajo académico que comprende las nuevas aproximaciones o interpretaciones del estudio de la ciencia y la tecnología.

En el presente capítulo empezaremos comentando cuáles son los antecedentes sociohistóricos de las reticencias y obstáculos con que importantes segmentos sociales contemplan actualmente al fenómeno científico-tecnológico. Esta visión retrospectiva nos permitirá identificar los cambios en las actitudes públicas ante la ciencia, así como 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, entendidos como una reacción académica contra la tradicional concepción esencialista y triunfalista de la ciencia y la tecnología, subyacente a los modelos clásicos de gestión política. Veremos la nueva imagen del fenómeno científico-tecnológico que emerge desde la década de los años setenta asociada a este campo académico. Por último, una reflexión sobre las relaciones ciencia-tecnología-sociedad en el mundo actual conectará los campos de estudio académico y el activismo social, en los niveles de la reflexión ética, y las nuevas tendencias educativas sobre el tema, especialmente en la educación secundaria.

4.2 La imagen tradicional de la ciencia y la tecnología

La concepción clásica de las relaciones entre la ciencia y la tecnología con la sociedad, es una concepción esencialista y triunfalista que puede resumirse en una simple ecuación, el llamado “modelo lineal de desarrollo”: + ciencia = + tecnología = + riqueza = + bienestar social.

Dicha concepción con frecuencia está presente en diversos espacios del mundo académico y en los medios de divulgación. En su fundamentación académica encontramos la visión clásica del positivismo sobre la naturaleza de la ciencia y su cambio temporal, cuya formulación canónica procede del Positivismo Lógico, filosofía de la ciencia que surge durante los años veinte y treinta de la mano de autores como Rudolf Carnap, en alianza con las aproximaciones funcionalistas en sociología de la ciencia que se desarrollan desde los años cuarenta, en las que destaca Robert K. Merton.

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. Para ello, el trabajo científico debe ser objeto de evaluación por sus colegas, quienes se encargarían 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. Este sistema de arbitraje por pares, tal como se le denomina, garantizaría el consenso y la honestidad en ciencia, prevendría la controversia y evitaría el fraude.

Los mitos del sistema I+D (investigación y desarrollo)

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

- *Mito del beneficio infinito*: más ciencia y más tecnología conducirán inexorablemente a más beneficios sociales.
- *Mito de la investigación sin trabas*: cualquier línea razonable de investigación sobre procesos naturales fundamentales es igualmente probable que produzca un beneficio social.
- *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 suficiente de las responsabilidades morales e intelectuales en el sistema I+D.
- *Mito de la autoridad*: la investigación científica proporciona una base objetiva para resolver las disputas políticas.
- *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 en la sociedad.

En esta visión clásica la ciencia sólo puede contribuir al mayor bienestar social si se olvida de la sociedad, para dedicarse a buscar exclusivamente la verdad. La ciencia, entonces, sólo puede avanzar persiguiendo el fin que le es propio, el descubrimiento de verdades e intereses sobre la naturaleza, si se mantiene libre de la interferencia de valores sociales por beneméritos que éstos sean. Análogamente, sólo 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 sólo 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 cognitiva y material de la naturaleza.

Lecturas complementarias

CAPÍTULO “¿QUÉ ES LA CIENCIA?”.

ECHEVERRÍA, J. (1995): *Filosofía de la ciencia*. Madrid, Akal.

FEYERABEND, P. (1975): *Tratado contra el método*. Madrid, Tecnos, 1981.

MERTON, R. K. (1973): *La sociología de la ciencia*, 2 vols. Madrid, Alianza, 1977.

RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. (1997): “Esencialismo y neutralidad científica”, en RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J., y otros (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Granada, Eirene.

4.2.1 Los orígenes de la concepción esencialista

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 II Guerra Mundial. Era una época de intenso optimismo acerca de las posibilidades de la ciencia-tecnología y su necesidad de apoyo incondicional. Son expresiones de la misma los primeros ordenadores electrónicos (ENIAC, 1946); los primeros transplantes 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 II Guerra Mundial, y tuvo un papel protagonista en la puesta en marcha del Proyecto Manhattan para la construcción de las primeras bombas atómicas.

El informe de Bush titulado *Science: The endless frontier (Ciencia: la frontera inalcanzable)*, traza las líneas maestras de la futura política científico-tec-

nológica norteamericana, subrayando el modelo lineal de desarrollo: el bienestar nacional depende de la financiación de la ciencia básica y del desarrollo sin interferencias de la tecnología, así como de 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 ejemplo de Estados Unidos será seguido por el resto de los Estados industrializados occidentales durante la Guerra Fría, se implicarán activamente en la financiación de la ciencia por la carrera de armamentos y por las guerras de Corea y Vietnam. Por ejemplo, en 1954 se crea en Suiza el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN, *Centre Européen de la Recherche Nucléaire*), como respuesta europea a la carrera internacional en investigación nuclear.

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 sólo puede ser obtenido a través de la investigación científica básica... Sin progreso científico ningún logro en otras direcciones puede asegurar nuestra salud, prosperidad y seguridad como nación en el mundo moderno (Bush, 1945/1980, p. 5).

Enfatizando la necesidad de financiación pública de investigación básica, podríamos decir, siguiendo a S. Fuller (1999, pp. 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 incentivación del conocimiento, y, por otro, 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. Sólo de este modo podía avanzarse hacia esa frontera sin fin, hacia la verdad como meta inalcanzable, tomando el título del escrito de Bush.

Lecturas complementarias

BARNES, B. (1985): *Sobre ciencia*. Barcelona, Labor, 1987.

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

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

4.2.2 El malestar por la ciencia

Pese al optimismo proclamado por el prometedor modelo lineal, el mundo ha sido testigo de una sucesión de desastres relacionados con la ciencia y la tecnología, especialmente desde finales de la década de los años cincuenta. 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 *laissez-faire* y cheque-en-blanco, 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 postguerra, que culmina en el simbólico año de 1968 con el cenit del movimiento contracultural y de revueltas contra la guerra de Vietnam. Desde entonces, los movimientos sociales y políticos antisistema hacen de la tecnología moderna y del Estado tecnocrático el blanco de su lucha (González García, López Cerezo y Luján, 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 (Florman, 1976/1994).

Los años sesenta y setenta señalan el momento de revisión y corrección del modelo lineal como base para el diseño de la política científico-tecnológica. La vieja política de *laissez-faire* propuesta para la ciencia 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 encauzar el desarrollo científico-tecnológico y supervisar 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 la regulación de la ciencia y la tecnología.

Lecturas complementarias

- BRAUN, E. (1984): *Tecnología rebelde*. Madrid, Tecnos/Fundesco, 1986.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.

Breve cronología de un fracaso (González García, y otros, 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.
- 60s — 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.
- 1961 — 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*, seguido por el *USS Scorpion* (1968), así como por al menos tres submarinos nucleares soviéticos (1970, 1983, 1986).
- 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 *Torry 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 un rechazo a la contracepción artificial en *Humanae vitae*.
- Graves revueltas en EE.UU. contra la Guerra de Vietnam (que, en el caso de la participación norteamericana, incluyó sofisticados métodos bélicos como el uso del *napalm*).
- Mayo del 68 en Europa y EE.UU.: protesta generalizada anti-sistema.

4.3 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 sesenta y principios de los setenta, 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.

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 ese temor. “Tú eres mi creador, pero yo soy tu señor”, le dice el monstruo a Víctor 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 judeocristiana 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.

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. Los estudios CTS buscan 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 pro-

pone 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.

Aquiles y la Tortuga

Hay un precioso 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, pp. 68-69, cursivas del autor) (la versión original más extensa de Carroll puede encontrarse en 1887/1972, pp. 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 académica tradicional sobre la ciencia y la tecnología, promoviendo una nueva visión no esencialista y socialmente 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 la aparición de programas y materias CTS en enseñanza secundaria y universitaria en numerosos países.

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

- El desarrollo científico-tecnológico es un proceso social conformado por factores culturales, políticos y económicos, además de epístémicos.
- El cambio científico-tecnológico es un factor determinante principal que contribuye a modelar nuestras formas de vida y de ordenamiento institucional. Constituye un asunto público de primera magnitud.
- Compartimos un compromiso democrático básico.
- 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, la segunda 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 en los problemas éticos y regulativos suscitados por tales consecuencias. La

naturaleza valorativa de la tercera premisa justifica el “deberíamos” de la conclusión (González García, López Cerezo y Luján, 1996).

Diferencias entre las dos tradiciones CTS

Tradición europea	Tradición americana
Institucionalización académica en Europa (en sus orígenes)	Institucionalización administrativa y académica en Estados Unidos (en sus orígenes)
Énfasis en los factores sociales antecedentes	Énfasis en las consecuencias sociales
Atención a la ciencia y, secundariamente, a la tecnología	Atención a la tecnología y, secundariamente, a la ciencia
Carácter teórico y descriptivo	Carácter práctico y valorativo
Marco explicativo: ciencias sociales (sociología, psicología, antropología, etc.)	Marco evaluativo: ética, teoría de la educación, etc.

Lecturas complementarias

ALONSO, A.; AYESTARÁN, I., y URSÚA, N. (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. Estella, EVD.

MEDINA, M., y SANMARTÍN, J. (eds.) (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona, Anthropos.

NÚÑEZ JOVER, J., y LÓPEZ CEREZO, J. A.: “Ciencia, tecnología y sociedad en Cuba”, <<http://campus-oei.org/cts/cuba.htm>>.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.

RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J., y otros (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Granada, Eirene.

Bibliografías CTS

LÓPEZ CEREZO, J. A.: “Bibliografía básica sobre CTS”, <<http://www.campus-oei.org/cts/bibliografia.htm>>.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.: “Bibliografía sobre género y ciencia”, <<http://www.campus-oei.org/cts/genero.htm>>.

SANTANDER GANA, M.: *Ciencia, tecnología, “Naturaleza y sociedad. Base de datos bibliográfica”*, <<http://www.campus-oei.org/cts/santander.htm>>.

ENLACES EN INTERNET CTS: Organismos públicos de Ciencia y Tecnología; Foros; Programas y Redes internacionales; Asociaciones. Búsquese a partir del enlace: <<http://www.oei.es/ctsenla.htm>>.

4.3.1 La tradición europea de los estudios CTS

La llamada tradición de origen europeo en los estudios CTS es una forma de entender la “contextualización social” del estudio de la ciencia: analizar el modo en que una diversidad de factores sociales influye sobre el cambio científico-tecnológico (González García, López Cerezo y Luján, 1996). Son varias las escuelas o programas que pueden ubicarse dentro de esta tradición; los más conocidos son: el Programa Fuerte, el Programa Empírico del Relativismo EPOR, el SCOT o construcción social de la tecnología, así como nuevas extensiones del programa fuerte como son los estudios de laboratorio, la teoría de la red de actores y los estudios de reflexividad. Veamos brevemente algunos de ellos.

4.3.1.1 El Programa Fuerte

(Véase el apartado 3.2 del capítulo “¿Qué es la Ciencia?”)

4.3.1.2 El Programa Empírico del Relativismo

(Véase el apartado 3.2 del capítulo “¿Qué es la Ciencia?”)

4.3.1.3 La construcción social de la tecnología

A partir de la sociología del conocimiento se han desarrollado diferentes enfoques para analizar la tecnología, como por ejemplo el SCOT (*Social Construction of Technology: construcción social de la tecnología*), derivado del programa EPOR (*Programa Empírico del Relativismo*). EPOR es un programa elaborado por la sociología del conocimiento científico, que trata de establecer la estructura fina del conocimiento científico desde una óptica social.

SCOT parte de la premisa de que el desarrollo tecnológico puede ser adecuadamente descrito como un proceso de variación y selección (véase el apartado 3.2 del capítulo “¿Qué es la Ciencia?”).

SCOT es un programa de investigación inspirado claramente en una epistemología evolutiva. Si ésta última trata de explicar la configuración de nuestras categorías intelectivas en el marco de la teoría de la evolución (mutación + selección), SCOT trata de explicar la supervi-

vencia y evolución de las configuraciones tecnológicas (Sanmartín y Ortí, 1992, p. 60).

Se considera que la configuración de la tecnología que ha tenido éxito no es la única posible y, por lo tanto, este éxito es el *explanandum*, no el *explorans*. El SCOT elabora modelos multidireccionales en los que se trata de explicar por qué unas variantes sobreviven y otras perecen. Para realizar esto se valora cuáles son los problemas que cada variante soluciona y, posteriormente, se determina para qué grupos sociales se plantean esos problemas. El proceso de selección de variantes aparece así como un proceso claramente social, superando la concepción lineal del progreso científico-tecnológico. Es decir, este enfoque investiga cómo se construyen los artefactos tecnológicos por medio de procesos sociales. Un artefacto técnico, por ejemplo la bicicleta, no se “inventa” sino que se desarrolla a través de un proceso social en el que grupos sociales de usuarios influyen sobre el posterior desarrollo de los prototipos. Cada artefacto plantea ciertos problemas a sus usuarios, y la solución a esos problemas crea un nuevo artefacto más adaptado a sus necesidades. Uno de los principales méritos del enfoque SCOT es su crítica al determinismo tecnológico implícito en la concepción tradicional del desarrollo tecnológico.

La construcción 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 influído 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. Qué sea un diseño más eficaz, qué sea una auténtica necesidad social o en qué consista una buena bicicleta no eran, al principio de la historia, algo dado: eran, precisamente por lo contrario, 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 qué 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 en absoluto la vibración como problema, consideraban en un principio 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 engoroso 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 de negociación a la hora de explicar qué tecnología vamos a desarrollar y qué problemas tratamos de resolver mediante la misma.

El enfoque constructivista, tal y como ha sido elaborado por Pinch y Bijker (1984), produce la siguiente metodología. El objetivo es analizar la variabilidad de la interpretación en los datos en el caso de la ciencia, o la variabilidad en la interpretación de los diseños tecnológicos en el caso de la tecnología. Para ello se estudian las controversias científicas o tecnológicas analizando las diferentes opciones de los grupos sociales relevantes. A continuación se analizan los mecanismos por los que se reduce la variabilidad interpretativa, de forma que se llega a una situación en la que la clausura es posible.

4.3.2 La tradición norteamericana de estudios CTS

Otra forma de entender la “contextualización social” del estudio de la ciencia lo constituye la llamada tradición de origen norteamericano en los estudios CTS (González García, López Cerezo y Luján, 1996); es una tradición más centrada en el estudio de las consecuencias sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología. Es una tradición donde, frente al uso de las ciencias sociales como marco explicativo en la tradición de origen europeo (Programa Fuerte, EPOR, SCOT...), se recurre a la reflexión ética, al análisis político y, en general, a un marco comprensivo de carácter humanístico. Revisemos brevemente alguno de los principales ámbitos de trabajo desarrollados en esta tradición: la participación ciudadana en políticas públicas sobre ciencia y tecnología.

4.3.2.1 La regulación social de la ciencia

Autores como D. Nelkin, L. Winner, K. Shrader-Frechette, D. Collingridge o S. Carpenter son el origen de diversas elaboraciones teóricas y de 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 algunas décadas un lugar destacado en los medios de comunicación, en la opinión pública y en las agendas políticas. No es por tanto una sorpresa que la participación pública en estas políticas sea percibida hoy día no sólo por autores CTS, sino también por numerosos gobiernos o por muchos ciudadanos como un importante reto para las sociedades democráticas. La Cumbre de Budapest de 1999 es un testimonio de esa inquietud.

Diferentes autores, afortunadamente cada vez menos, argumentan que las decisiones con relación a la gestión del riesgo generado por la aplicación del conocimiento científico y la utilización de los artefactos tecnológicos es mejor dejarlas a los expertos. Estas últimas palabras reflejan la idea clave del argumento tecnocrático: el público nunca ha de involucrarse en todo lo que tiene que ver con la ciencia-tecnología; la ciencia es una institución autónoma y objetiva. Dada la complejidad de las cuestiones y los rápidos cambios en la definición de los problemas y en sus soluciones, el público pierde el tiempo cuando trata de formar parte de la solución de los problemas técnicos. Las élites, argumentan los tecnócratas, tomarán las decisiones más racionales y adecuadas. Sin embargo, frente a este argumento tecnocrático hay un buen número de poderosas razones para defender la participación del público en la gestión del cambio científico-tecnológico. Así, por ejemplo, C. Mitcham (1997) destaca la existencia de ocho argumentos:

- El primero proviene del realismo tecnosocial, que afirma que los expertos simplemente no pueden escapar de la influencia pública. Habrá una influencia bien de los gobiernos, bien de otros grupos de interés, pero la influencia es inevitable. Las decisiones tecnocientíficas nunca son neutrales.
- Un segundo argumento viene de la demanda del público, como muestran los síndromes *not-in-my-back-yard* (NIMBY: no-en-mi-patio-trasero) y *build-absolutely-nothing-any-where* (BANA: nada-en-ningún-lugar), de que sin la participación y aprobación del público nada se realizará.
- El tercero viene de la psicología. No es infrecuente que los expertos tiendan a promover sus intereses a expensas de los del público en general.
- Un cuarto argumento proviene de las consecuencias del cambio científico-tecnológico, defendiendo que aquellos que se ven directamente afectados por las decisiones técnicas podrían y deberían tener algo que decir sobre lo que les afecta.

- El quinto procede de la autonomía moral. Los seres humanos son agentes morales. Como argumentó más radicalmente Kant, las personas ven su autonomía moral seriamente disminuida cuando las decisiones que afectan sus vidas son realizadas por otros heterónomamente.
- El sexto es el pragmático, bastante cercano al segundo, según el cual la participación pública llevará a mejores resultados.
- Un séptimo argumento deriva del clásico ideal ilustrado de la educación. Sólo la participación educará a los individuos y los hará más inteligentes acerca de su propio apoyo político y económico, como también sobre la complejidad de los riesgos-y-beneficios de la tecnología.
- Finalmente, el octavo emana de las realidades de la cultura postmoderna. El rasgo predominante en la ética de la cultura postmoderna es la pérdida de todo consenso moral fuerte. Tolerancia, diversidad, relativismo, minimalismo ético, son las marcas de las tecnoculturas avanzadas. Lo mejor en tal situación es el consenso democrático participativo. De otro modo la tecnociencia creará sus propios incentivos y su propia autoridad que romperá esta diversidad.

La enumeración de un conjunto de argumentos, más o menos conectados, puede parecer como un mero ejercicio académico y teórico; sin embargo, proporciona una serie de instrumentos para afrontar los diversos desafíos a los que nos enfrentamos respecto al ideal de la participación pública en la toma de decisiones científico-tecnológicas. Por ejemplo, tan pronto como los científicos reivindican la objetividad científica para evitar la entrada del público en la gestión tecnológica, se puede hacer uso del primer argumento, el del realismo tecnosocial.

Esta serie de argumentos puede reducirse a tres fundamentales expuestos por Daniel Fiorino (Fiorino, 1990):

- argumento instrumental,
- argumento normativo, y
- argumento substantivo.

El instrumental defiende que la participación es la mejor garantía para evitar la resistencia social y la desconfianza hacia las instituciones. La participación pública en la gestión de las decisiones sobre riesgo hace que éstas sean más legítimas y lleven a mejores resultados. Según el argumento normativo, la orientación tecnocrática es incompatible con los ideales democráticos. Los ciu-

dadanos son los mejores jueces y defensores de sus propios intereses. El argumento normativo se basa en el presupuesto de que uno de los pilares de la democracia supone que ser ciudadano significa ser capaz de participar en las decisiones que le afectan a uno mismo o a su propia comunidad. Por último, según el argumento substantivo, los juicios de los no expertos son tan válidos como los de los expertos. Los no expertos, especialmente aquellos que poseen un conocimiento familiar del entorno, objeto de intervención, ven problemas, cuestiones y soluciones que los expertos olvidan. Estudios sobre los juicios de los legos con relación a los riesgos tecnológicos revelan una sensibilidad a los valores sociales y políticos que los modelos teóricos de los expertos no reconocen.

El núcleo de la cuestión no es imponer límites a priori al desarrollo de la ciencia y la tecnología ni 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 señala por ejemplo 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, de grados de información, de nivel de conciencia y de poder de cada uno.

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

- *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 en el debate de sus principales parámetros, y no considerar sólo 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.

Existen dos grandes teorías de la democracia con relación al tema de la participación pública en la gestión de la política científico-tecnológica: el pluralismo y la teoría de la participación directa, que son fundamentales para definir quién ha de participar. El pluralismo es una teoría de la democracia basada en las acciones de los grupos de interés organizados voluntariamente. Los ciudadanos asumen unirse y apoyar estos grupos para fomentar sus intereses, de modo que el gobierno democrático es visto como el funcionamiento libre y exitoso de estos grupos a través de la interacción de los unos con los otros y con el gobierno. La participación directa, en cambio, se basa en la noción de que la gobernabilidad democrática implica la participación de los individuos como tales en el establecimiento de las diferentes políticas. La comparación de las diferencias y de las semejanzas nos proporciona una visión mayor y más amplia de lo que significa defender que alguna forma de participación es democrática.

Ambas teorías comparten una serie de presupuestos comunes. Por ejemplo, exigen que los ciudadanos participen en la formación de las políticas de manera que vayan más allá del mero acto de depositar un voto en una urna y dejar el resto a la élite de políticos y al estado administrativo, para que se dé un adecuado funcionamiento de la democracia. Aunque la forma de participación difiere, ambas teorías rechazan aquella definición de la democracia según la cual ésta no es nada más que un proceso para elegir un gobierno en el que las élites compiten para conseguir el apoyo de las masas. Las dos teorías requieren que la participación sea significativa en dos sentidos: que capacite mejor a los ciudadanos para comprender sus intereses y cómo éstos pueden afectar a las decisiones que tienen un impacto sobre sus intereses, por un lado, y que prepare a los ciudadanos para que tengan alguna clase de influencia sustantiva sobre los resultados de la política actual, por otro. Pero también hay una serie de divergencias entre ambas teorías. Los pluralistas están comprometidos con las acciones de los grupos, mientras que la participación directa está comprometida con los individuos. Para los pluralistas, los grupos son organizaciones voluntarias a las que la gente se une y apoya para

potenciar sus intereses. Mediante la actuación colectiva, la gente puede promover sus intereses de forma mucho más eficaz que del modo en que lo harían como individuos. A causa de que los grupos son voluntarios, la gente puede formar tantos grupos como desee, y los individuos pueden pertenecer a tantos grupos como quieran. Las democracias pluralistas pueden funcionar correctamente sólo si los grupos pueden funcionar correctamente. Por otra parte, la participación directa insiste en la autoridad de los individuos. Este requisito tiene serias implicaciones sobre lo que cuenta como participación. No es suficiente con unirse a un grupo. Las gentes deben participar directamente como individuos. Las dos teorías también difieren acerca de lo que enfatizan. El pluralismo acentúa el resultado, cómo se distribuyen los beneficios y los riesgos en la sociedad. En cambio, la participación directa subraya dos elementos: los resultados y los efectos educativos y psicológicos sobre los participantes. Esta diferencia establece importantes divergencias sobre cómo ven las teorías a las personas y a los efectos de la actividad política sobre ellas. Los pluralistas establecen la necesidad de ciertas precondiciones sociales para que el sistema democrático funcione correctamente.

De modo que, desde la teoría de la participación directa, los actores que han de participar son:

- Personas directamente afectadas por la innovación tecnológica o por la intervención ambiental.
- Público involucrado, es decir público directamente afectado en potencia.
- Consumidores de los productos de la ciencia-tecnología.
- Público interesado por motivos políticos e ideológicos.
- Comunidad científica e ingenieril.

Y desde la teoría pluralista:

- Grupos de ciudadanos.
- Organizaciones no gubernamentales (ONG).
- Asociaciones de científicos.

En este punto es interesante ver cómo los argumentos normativos que establece Fiorino son importantes no sólo como razones válidas que fundamentan la participación del público en tanto criterios normativos para evaluar los diferentes mecanismos de participación, sino también como criterios que nos permiten definir al público. A este respecto Perhac examina cómo cada uno de los argumentos de Fiorino implica y lleva a una concepción diferente del público. Al mismo tiempo, mantiene que sólo en el contexto de estas razones específicas para la

implicación del público puede plantearse y responderse significativamente a la cuestión de quién es el público. Es decir, la cuestión de quién es el público no es una cuestión puramente descriptiva, sino que se inserta necesariamente en presuposiciones normativas.

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 Australia, Estados Unidos, Países Bajos, Reino Unido y Suecia, posiblemente los más dinámicos en este sentido (Méndez Sanz y López Cerezo, 1996; García Palacios, 1998).

En primer lugar, en el ámbito administrativo, destacan:

- *Las audiencias públicas*: son habitualmente foros abiertos y poco estructurados en los que, a partir de un programa previamente determinado por los representantes de la administración, se invita al público a escuchar las propuestas gubernamentales y a comentarlas.
- *La gestión negociada*: se desarrolla por parte de un comité negociador compuesto por representantes de la administración y por grupos de interés implicados, por ejemplo la industria, las asociaciones profesionales y las organizaciones ecologistas. Los participantes tienen acceso a información relevante, así como oportunidad de persuadir a otros y alinearlos con su posición. Los representantes gubernamentales se comprometen (en la medida en 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 modelos con carácter decisorio o meramente consultivos. 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 con 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 judicial, quizá más familiar para nosotros:

- *La litigación*: que se ha convertido en muchos países occidentales en el principal procedimiento que tienen los ciudadanos para restringir y dirigir el cambio tecnológico.

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 judiciales, 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 ésta 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, 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 de la participación social un bien valioso tanto desde un punto de vista político como desde el estrictamente práctico.

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

Lecturas complementarias

ALONSO, A.; AYESTARÁN, I., y URSSÚA, N. (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. Estella, EVD.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.

SANMARTÍN, J., y otros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.

VV. AA.: "Estudios sobre tecnología, ecología y filosofía", <<http://www.campus-oei.org/cts/tef00.htm>>.

4.4

Ciencia, tecnología y reflexión ética

Una reflexión final puede exemplificar la importancia de combinar los temas y enfoques de las diferentes tradiciones de trabajo en los estudios CTS, así como la importancia que en este marco cobran 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) y López Cerezo (1998).

Godfrey Hardy, el gran matemático inglés de la primera mitad de siglo, escribía sobre la ciencia de su época a principios de la II 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 (Hardy, 1940, p. 118).

Hardy profería estas duras palabras en su libro *Autojustificación de un matemático*, donde por cierto se vanagloriaba de que su vida había estado dedica-

da 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 en la que se desarrollaron 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 que la que probablemente nos gustaría reconocer (Dyson, 1997).

La ciencia y la tecnología actuales 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 entre naciones. Sólo una pequeña parte de la humanidad puede permitirse el lujo de un teléfono celular o de un ordenador conectado a Internet. Cuando esa ciencia y esa 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 actuales son desde luego muy eficaces; el problema es si sus objetivos son socialmente valiosos.

¿Qué ocurre con la ciencia y la tecnología actuales? ¿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 sólo produce bienestar social a los propios científicos. Se trata, no obstante, de líneas de investigación que, por la infraestructura material o por los grandes equipos humanos requeridos, consumen un ingente volumen de recursos públicos.

A su vez, la ciencia aplicada y la tecnología actual están en general demasiado vinculadas al beneficio inmediato, al servicio de los ricos o de los gobiernos poderosos, por decirlo de un modo claro. Sólo una pequeña porción de la humanidad puede permitirse sus servicios e innovaciones. Podemos preguntarnos cómo van a ayudarnos cosas como los aviones supersónicos, la cibernetica, la televisión de alta definición 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 sólo por su aplicación militar sino también por su peligrosidad social y

ambiental. Prometen no sólo 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 sólo 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 benemérita de la ciencia, una ciencia que sólo funcionará óptimamente si se mantiene su financiación y autonomía frente a la sociedad.

La cuestión no consiste, por tanto, en entrar en los laboratorios y decir a los científicos qué tienen que hacer, sino en contemplarlos 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 a 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 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-tecnológica 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 con frecuencia hoy 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 a 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 EE.UU. (W. Clinton) anuncia el descubrimiento de vida no terrestre en un meteoro presuntamente de origen marciano en un momento delicado para la financiación de la NASA, deshinchándose 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 suceden estas cosas el público inteligente comienza a suspender el juicio y puede llegar a contemplar a la ciencia con suspicacia.

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 filantrópica, 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 beneficiaria en última instancia. Pues, como añade Dyson (1997, p. 48) haciendo 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 un éxito, pues, aunque sin compromisos concretos de carácter legal o económico, consiguió producir un consenso mundial sobre el texto de la Declaración y sobre 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.

El contenido de los documentos aprobados y de 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 de 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 comunicación de la ciencia, etc. Estos fueron algunos de los temas tratados en Budapest y que se incorporaron en los documentos aprobados en el Congreso.

Lecturas complementarias

GONZÁLEZ ÁVILA, M.: “La evaluación en las instituciones democráticas sobre la ciencia y la ética de sus procedimientos”, <<http://www.campus-oei.org/cts/mgonzalez2.htm>>.

ACEVEDO PINEDA, E.: “La formación humana integral: Una aproximación entre las humanidades y la ciencia”, <<http://www.campus-oei.org/cts/elsa1.htm>>.

MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F.: “Hacia una visión social integral de la ciencia y la tecnología”, <<http://www.campus-oei.org/cts/vision.htm>>.

4.5

La educación en CTS

La democracia presupone que los ciudadanos, y no sólo 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, el objetivo de la educación en CTS en el ámbito educativo y de formación pública, es la alfabetización para propiciar la formación 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.

Los enfoques en CTS también aspiran a que la alfabetización contribuya a motivar a los estudiantes en la búsqueda de información relevante e importante sobre las ciencias y las tecnologías de la vida moderna, con la perspectiva de que puedan analizarla y evaluarla, reflexionar sobre esta información, definir los valores implicados en ella y tomar decisiones al respecto, reconociendo que su propia decisión final está asimismo inherentemente basada en valores (Cutcliffe, 1990).

Las unidades curriculares STS [CTS] —bien sea integradas en programas ya establecidos en ciencia, tecnología e ingeniería, ciencias sociales, o en cursos de arte y lenguas; o bien estructuradas como

cursos independientes—contemplan, generalmente, cinco fases: 1) formación de actitudes de responsabilidad personal en relación con el ambiente natural y con la calidad de vida; 2) toma de conciencia e investigación de temas CTS específicos, enfocados tanto en el contenido científico y tecnológico como en los efectos de las distintas opciones tecnológicas sobre el bienestar de los individuos y el bien común; 3) toma de decisiones con relación a estas opciones, tomando en consideración factores científicos, técnicos, éticos, económicos y políticos; 4) acción individual y social responsable, encaminada a llevar a la práctica el proceso de estudio y toma de decisiones, generalmente en colaboración con grupos comunitarios (por ejemplo, “talleres científicos”, grupos ecologistas, etc.); 5) generalización a consideraciones más amplias de teoría y principio, incluyendo la naturaleza “sistémica” de la tecnología y sus impactos sociales y ambientales, la formulación de políticas en las democracias tecnológicas modernas, y los principios éticos que puedan guiar el estilo de vida y las decisiones políticas sobre el desarrollo tecnológico. En otro lugar he llamado a estas fases progresivas el “Ciclo de Responsabilidad” (Waks, 1990).

Desde mediados del siglo xx, la tendencia en la enseñanza de las ciencias ha estado centrada en los contenidos, con un fuerte enfoque reduccionista, técnico y universal (Novak, 1988). Se sabe que el conocimiento científico se olvida al poco tiempo de haberse aprendido, lo que permite cuestionar las formas de instrucción tradicional que se llevan a cabo en los centros docentes. Y, lo que es más grave, la enseñanza científica no aporta competencias para los planos profesional o personal. En otras palabras, el enciclopedismo característico de las escuelas no forma para tomar decisiones esenciales con espíritu crítico (Giordan, y otros, 1994).

Las prácticas de los docentes de ciencias recaen, la mayoría de las veces, en un conjunto de elementos que refuerzan el aprendizaje memorístico, lleno de datos, acrítico y descontextualizado (Schiefelbein, 1995). Poco propician la comprensión sobre la forma como se produce el conocimiento científico y lo que significan variados asuntos relacionados con la dinámica de la ciencia, sus procesos de cambio y de ruptura, así como los impactos que surgen de los usos del conocimiento científico y tecnológico en los diferentes ámbitos de la vida contemporánea.

Es en este contexto donde se percibe la necesidad de un proceso de educación científica, entendida como alfabetización científica y tecnológica. Con ella se pretende que cada ciudadano pueda participar en el proceso democrático de tomar decisiones sobre aspectos del desarrollo de la ciencia y la tecnología, para promover una acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con este desarrollo en las sociedades contemporáneas (Waks, 1990).

4.5.1 CTS en el nivel universitario

Un elemento clave del cambio de la imagen de la ciencia y la tecnología propiciado por los estudios CTS consiste en la renovación educativa, tanto en contenidos curriculares como en metodología y técnicas didácticas. En este sentido se han desarrollado los programas educativos CTS, implantados en la enseñanza superior de numerosas universidades desde finales de los años sesenta (Solomon, 1992; Yager 1993; VV.AA. 1998).

En este ámbito de la enseñanza superior, los programas CTS suelen ofrecerse como especialización de postgrado (cursos, diplomaturas, master) o como complemento curricular pregrado para estudiantes de diversas procedencias:

- Se trata, por un lado, de proporcionar una formación humanística básica a estudiantes de ingenierías 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. Así, esta educación debe capacitarlos para participar fructíferamente en cualquier controversia pública o en cualquier discusión institucional sobre tales políticas.

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 incomprendión 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 dicha brecha 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 de ordenamiento institucional (Snow, 1964).

Lecturas complementarias

ARANA ERCILLA, M., y BATISTA NURIS, T.: “La educación en valores: una propuesta para la formación profesional”, <<http://www.campus-oei.org/cts/ispaje.htm>>.

LÓPEZ CEREZO, J. A., y VALENTI, P.: “Educación tecnológica en el siglo XXI”, <<http://www.campus-oei.org/ctsi/edutec.htm>>.

4.5.2 CTS en la educación secundaria

Todos los niveles educativos son apropiados para llevar a cabo los 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 setenta. A ello ha contribuido el impulso proporcionado por la investigación académica vinculada a la universidad, así como por organismos intergubernamentales como la UNESCO o la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (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*). En el caso particular de España, ha sido decisiva la creación, en numerosas comunidades autónomas, de la materia “Ciencia, Tecnología y Sociedad” como asignatura optativa en la fase final de la enseñanza secundaria, así como eje transversal para las materias de ciencias desde principios de la década de los años noventa.

Una de las experiencias más notables de educación en ciencias, a partir de CTS, es la llevada a cabo en el Science Education Center de la Universidad de Iowa para la secundaria. Entre los resultados obtenidos se concluye que la orientación CTS en la educación en ciencias mejora la creatividad y la comprensión de los conceptos científicos, y contribuye a desarrollar en el estudiante una actitud positiva hacia la ciencia y el aprendizaje de la ciencia (Yager, 1993; Penick, 1992). Obviamente, este proceso requiere contar con un programa de formación para los docentes, capaz de proporcionar las bases teóricas y la aplicación práctica del enfoque CTS.

Los diferentes programas CTS existentes en educación secundaria pueden clasificarse en tres grupos (Waks, 1990; Kortland, 1992; Sanmartín y

Luján López, 1992): introducción de CTS en los contenidos de las asignaturas de ciencias (injertos CTS); la ciencia vista a través de CTS; y, por último, CTS pura.

- *Injertos CTS*: se trata de que en las asignaturas de ciencias de los currícula se les haga un añadido temático tipo CTS, especialmente relacionado con aspectos que lleven a los estudiantes a ser más conscientes de las implicaciones de la ciencia y la tecnología. Ejemplos de esta línea de trabajo son el Proyecto SATIS y el Harvard Project Physics en Estados Unidos. El proyecto SATIS consiste en unidades cortas CTS, elaboradas por docentes, que desde 1984 ha publicado más de 100 de éstas unidades, cuya utilidad principal es complementar los cursos de ciencias. Algunos títulos son: el uso de la radiactividad, los niños probeta, el reciclaje del aluminio, la lluvia ácida o el SIDA.
- *Ciencia y tecnología a través de CTS*: se enseña mediante la estructuración de los contenidos de las asignaturas de tipo científico o tecnológico, a partir de CTS o con orientación CTS. Esta estructuración se puede llevar a cabo bien por disciplinas aisladas, bien por medio de cursos pluridisciplinares, incluso por líneas de proyectos pedagógicos interdisciplinares. Un ejemplo del primer caso es el programa neerlandés conocido como PLON (Proyecto de Desarrollo Curricular en Física). Se trata de un conjunto de unidades, en donde en cada unidad se toma un problema básico relacionado con los papeles futuros del estudiante (como consumidor, como ciudadano, como profesional); a partir de ahí se selecciona y se estructura el conocimiento científico y tecnológico necesario para que el estudiante esté capacitado para entender un artefacto, tomar una decisión o entender un punto de vista sobre un problema social relacionado de algún modo con la ciencia y la tecnología.

Algunas de las virtudes de los cursos de ciencia a través de CTS son las siguientes (Waks, 1990): 1. Los alumnos con problemas en las asignaturas de ciencias aprenden conceptos científicos y tecnológicos útiles a partir de este tipo de cursos. 2. El aprendizaje es más fácil debido a que el contenido está situado en el contexto de cuestiones familiares y se halla relacionado con experiencias extraescolares de los alumnos. 3. El trabajo académico está relacionado directamente con el futuro papel de los estudiantes como ciudadanos.

- *CTS pura*: significa enseñar CTS en donde el contenido científico juega un papel subordinado. En unos casos el contenido científico se incluye para enriquecer la explicación de los contenidos CTS en

sentido estricto, en otros las referencias a los temas científicos o tecnológicos se mencionan pero no se explican. El programa más representativo de CTS pura es SISCON in Schools. Se trata de una adaptación a la educación secundaria del programa universitario británico SISCON (Ciencia en Contexto Social). En la educación secundaria SISCON es un proyecto que usa la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia y la tecnología para mostrar cómo se han abordado en el pasado cuestiones sociales vinculadas a la ciencia y la tecnología, o cómo se ha llegado a cierta situación problemática en el presente.

CTS pura puede cumplir ciertas funciones. Si no se cuenta en el currículum con otros elementos CTS, dicha versión puede ser útil para intentar remediar esta situación en la medida de lo posible. Pero sobre todo puede ser de gran ayuda en los cursos y asignaturas de humanidades y ciencias sociales, que, en general, no suelen ocuparse de cuestiones sociales, políticas o morales relacionadas con la ciencia y la tecnología (González García, López Cerezo y Luján, 1996).

La educación CTS no sólo comprende los aspectos organizativos y de contenido curricular, debe alcanzar también los aspectos propios de la didáctica. Para empezar, es importante entender que el objetivo general del docente es la promoción de una actitud creativa, crítica e ilustrada, en la perspectiva de construir colectivamente la clase y en general los espacios de aprendizaje. En dicha “construcción colectiva” se trata, más que de manejar información, de articular conocimientos, argumentos y contraargumentos, sobre la base de problemas compartidos, en este caso relacionados con las implicaciones del desarrollo científico-tecnológico.

Bajo este concepto de construcción colectiva, la resolución de los problemas comprende el consenso y la negociación, así como tener en cuenta permanentemente el conflicto, en donde el docente juega un papel de apoyo para proporcionar materiales conceptuales y empíricos a los alumnos para la construcción de puentes argumentativos. Esta actitud del docente no es, pues, la del tradicional depositario de la verdad; más bien intenta reflejar pedagógicamente los propios procesos científico-tecnológicos reales con la presencia de valores e incertidumbres, aunque asumiendo siempre la responsabilidad de conducir el proceso enseñanza-aprendizaje desde su propia experiencia y conocimientos.

De acuerdo con Leonardo Waks, para introducir cambios estructurales en el sistema educativo con el fin de realizar una educación tipo CTS, se requiere: “a) un traslado de la autoridad desde el profesor y

los materiales de texto hasta los estudiantes, individual y colectivamente; b) un cambio en la focalización de las actividades de aprendizaje desde el estudiante individual hasta el grupo de aprendizaje; c) un cambio en el papel de los profesores como dispensadores de información autorizada; desde una autoridad posicional a una autoridad experiencial en la situación de aprendizaje” (Waks, 1993, pp. 16-17).

Lecturas complementarias

VV. AA.: “Monográfico: ciencia, tecnología y sociedad ante la educación”, en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 18, <<http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18.htm>>.

VILCHES, A., y FURIÓ, C.: “Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo xxi”, <<http://www.campus-oei.org/cts/ctse-educacion.htm>>.

4.6 Conclusión

Como podemos ver en todos los enfoques de la tradición europea, existe una diversidad de aproximaciones 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 también es necesario hacer notar que en ningún caso se trata de descalificar la ciencia o la tecnología, sino más bien de desmitificarla 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 sociología del conocimiento científico de los años setenta 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 un objeto de estudio de las ciencias sociales (Fuller, 1995).

La tradición americana de estudios CTS, en cambio, centrada en las consecuencias sociales y ambientales relacionadas con el desarrollo científico-tecnológico, ha buscado definir y promover nuevas reglas de juego en torno a la regulación social de la ciencia y la tecnología, a partir de la participación de diver-

sos actores sociales (afectados, interesados, gobierno, expertos, organizaciones no gubernamentales, entre otros) en condiciones éticas, de igualdad, representación y efectividad en todo el proceso.

Finalmente, se ha visto cómo los estudios CTS han logrado permear los procesos educativos, tanto en la enseñanza superior como en la secundaria, y crecientemente en las esferas de divulgación científica. La diversidad de estrategias, tanto como las experiencias didácticas ensayadas, hacen del tema un campo prometedor para su promoción en los sistemas educativos de Iberoamérica, acercando la ciencia a la sociedad y también ésta a aquélla.

4.7 Bibliografía

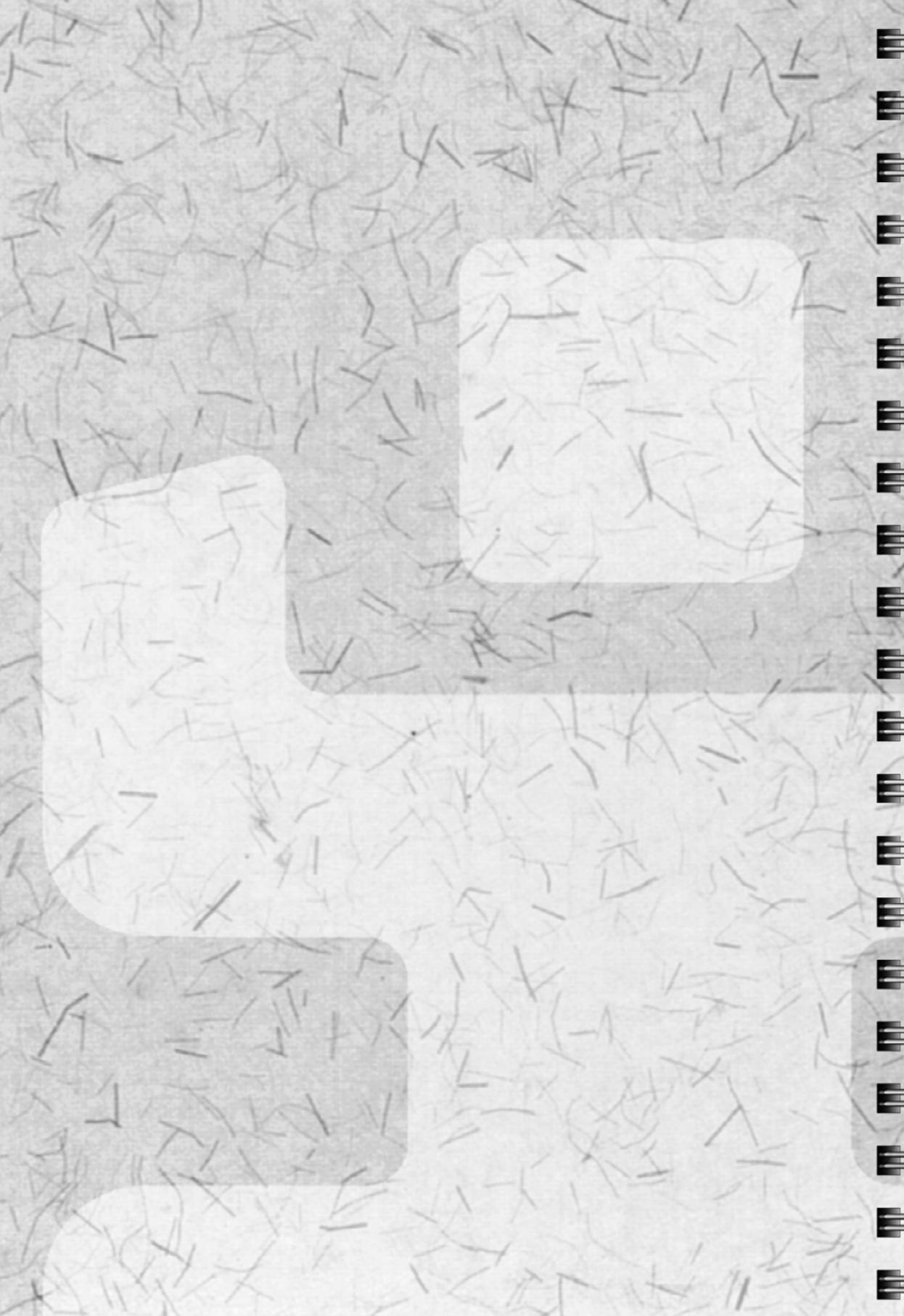
- ACEVEDO PINEDA, E.: “La formación humana integral: una aproximación entre las humanidades y la ciencia”, <<http://www.campus-oei.org/cts/elsa1.htm>>.
- ALONSO, A.; AYESTARÁN, I., y URSÚA, N. (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. Estella, EVD.
- ARANA ERCILLA, M., y BATISTA NURIS, T.: “La educación en valores: una propuesta para la formación profesional”, <<http://www.campus-oei.org/cts/ispaje.htm>>.
- BARNES, B. (1974): *Scientific knowledge and sociological theory*. Londres, Routledge.
- (1985): *Sobre ciencia*. Barcelona, Labor, 1987.
- BARNES, B.; BLOOR, D., y HENRY, J. (1996): *Scientific knowledge: a sociological analysis*. Londres, Athlone.
- BIJKER, W. (1995): *Of bicycles, bakelites and bulbs: toward a theory of socio-technical change*. Cambridge (Mass.), MIT Press.
- BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P., y PINCH, T. (eds.) (1987): *The social construction of technological systems*. Cambridge (Mass.), MIT Press.
- BLOOR, D. (1976/1992): *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona, Gedisa, 1998.
- BOXSEL, J. VAN (1994): “Constructive technology assessment: A new approach for technology assessment developed in the Netherlands and its significance for technology policy”, en AICHHOLZER, G., y SCHIENSTOCK, G. (eds.): *Technology policy: towards an integration of social and ecological concerns*. Berlín, de Gruyter.
- BRAUN, E. (1984): *Tecnología rebelde*. Madrid, Tecnos/Fundesco, 1986.
- BUNGE, M. (1993): *Sociología de la ciencia*. Buenos Aires, Ed. Siglo Veinte.
- BURNS, T. R., y UEBERHORST, R. (1988): *Creative democracy: systematic conflict resolution and policymaking in a world of high science and technology*. Nueva York, Praeger.

- BUSH, V. (1945/1980): *Science, the endless frontier*. Washington, National Science Foundation.
- CARROLL, L. (1887/1972): *El juego de la lógica*. Ed. de DEAÑO, A. Madrid, Alianza.
- CARSON, R. (1962): *La primavera silenciosa*. Barcelona, Grijalbo, 1980.
- COLLINS, H. M. (1985/1992): *Changing order: replication and induction in scientific practice*. Chicago, University of Chicago Press.
- COLLINS, H., y PINCH, T. (1993): *El gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona, Crítica, 1996.
- CUTCLIFFE, S.: “CTS: un campo interdisciplinar”, en MEDINA, M., y SANMARTÍN, J. (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona, Anthropos, pp. 20-41.
- DYSON, F. (1997): “Can Science Be Ethical?”, en *The New York Review of Books*, XLIV/6, pp. 46-49.
- ECHEVERRÍA, J. (1995): *Filosofía de la ciencia*. Madrid, Akal.
- FERRIS, T. (1997): “Some Like It Hot”, en *The New York Review of Books*, XLIV/14, pp. 16-20.
- FEYERABEND, P. (1975): *Tratado contra el método*. Madrid, Tecnos, 1981.
- FIORINO, D. J. (1990): “Citizen participation and environmental risk: a survey of institutional mechanisms”, en *Science, Technology and Human Values*, 15/2, pp. 226-243.
- FLORMAN, S. (1876/1994): *The Existential Pleasures of Engineering*, 2^a ed. Nueva York, St. Martin's Griffin.
- FULLER, S. (1995): “On the motives for the new sociology of science”, en *History of the Human Sciences*, 8/2, pp. 117-124.
- (1999): *The governance of science*. Bückingham, Open University Press.
- GARCÍA PALACIOS, E. M. (1999): “Consideraciones teóricas y análisis crítico de la gestión pública de la ciencia y la tecnología”, en VELARDE, J., y otros: *Studia Philosophica*. Oviedo, Universidad de Oviedo.
- GIORDAN, André, y otros (1994): *L'alphanétisation scientifique et technique*. XVI Journées Internationales sur la Communication, L'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles. París, Université Paris VII.
- GONZÁLEZ ÁVILA, M.: “La evaluación en las instituciones democráticas sobre la ciencia y la ética de sus procedimientos”, <<http://www.campus-oei.org/cts/mgonzalez2.htm>>.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.
- HARDY, G. H. (1940): *Autojustificación de un matemático*. Barcelona, Ariel, 1981.
- ILlich, I. (1973): *La convivencialidad*. Barcelona, Barral, 1974.

- IRANZO, J. M., y otros (ed.) (1995): *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid, CSIC.
- JASANOFF, S., y otros (eds.) (1995): *Handbook of science and technology studies*. Londres, Sage.
- JUNKER, K., y FULLER, S. (1998): *Science and the public: beyond the science wars*. Buckingham, Open University Press.
- KORTLAND, J. (1992): "STS in secondary education: trends and issues". *Conferencia del Congreso Science and Technology Studies in Research and Education*. Barcelona.
- KRIMSKY, S. (1984): "Beyond technocracy: new routes for citizen involvement in social risk assessment", en PETERSEN, J. C. (ed.) (1984): *Citizen participation in science policy*. Amherst, University of Massachusetts Press.
- KUHN, T. S. (1962/1970): *La estructura de las revoluciones científicas*, 2^a ed. México, FCE, 1971.
- LAIRD, F. N. (1993): "Participatory analysis, democracy, and technological decision making", en *Science, Technology, and Human Values*, 18/3, pp. 341-361.
- LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor, 1992.
- LATOUR, B., y WOOLGAR, S. (1979/1986): *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid, Alianza Universidad, 1995.
- LÓPEZ CEREZO, J. A. (1998): "Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos". *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 18, pp. 41-68.
- LÓPEZ CEREZO, J. A., y VALENTI, P.: "Educación tecnológica en el siglo xxi", <<http://www.campus-oei.org/ctsi/edutec.htm>>.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F.: "Hacia una visión social integral de la ciencia y la tecnología", <<http://www.campus-oei.org/cts/vision.htm>>.
- MEDINA, M., y SANMARTÍN, J. (eds.) (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona, Anthropos.
- MÉNDEZ SANZ, J. A., y LÓPEZ CEREZO, J. A. (1996): "Participación pública en política científica y tecnológica", en ALONSO, y otros (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. Estella, EVD.
- MITCHAM, C. (1997): "Justifying public participation in technical decision making", en *Technology and Society Magazine*, pp. 40-46.
- 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, J. C. (ed.) (1984): *Citizen participation in science policy*. Amherst, University of Massachusetts Press.
- NOVAK, J. D.: "Constructivismo humano: un consenso emergente", en *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 1988, pp. 213-223.
- NÚÑEZ JOVER, J., y LÓPEZ CEREZO, J. A.: "Ciencia, tecnología y sociedad en Cuba", <<http://campus-oei.org/cts/cuba.htm>>.

- PACEY, A. (1983): *La cultura de la tecnología*. México, FCE, 1990.
- PENICK, J. E. (1992): "STS. Instruction enhances student creativity", en YAGER (1992a): *The status of science-technology-society. Reforms around the world*. International Council of Associations for Science Education/Yearbook.
- PETERSEN, J. C. (ed.) (1984): *Citizen participation in science policy*. Amherst, University of Massachusetts Press.
- PINCH, T., y BIJKER, W. E. (1984): "The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", en *Social Studies of Science*, 14, pp. 399-441.
- RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J., y otros (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: contribuciones para una cultura de la paz*. Granada, Universidad de Granada.
- SALOMON, J. J., y otros (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., y otros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.
- SANMARTÍN, J., y ORTÍ, A. (1992): "Evaluación de tecnologías", en SANMARTÍN, J., y otros, (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.
- SANMARTÍN, J., y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1992): "Educación en ciencia, tecnología y sociedad", en SANMARTÍN, J., y otros. (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.
- SCHIEFELBEIN, E.: *Programa de acción para la reforma educativa en América Latina y el Caribe*. (Trabajo preparado para la Conferencia Anual del Banco Mundial para el Desarrollo en América Latina y el Caribe, Río de Janeiro, 12 y 13 de junio de 1995). UNESCO-OREALC, 1995.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (1985): "Technology assessment, expert disagreement, and democratic procedures", en *Research in Philosophy and Technology*, vol. 8. Nueva York, JAI Press.
- 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 EATON, E. (1989): "Public involvement as a negotiation process", en *Journal of Social Issues*, 45/1, pp. 87-107.
- TODT, O., y LUJÁN, J. L. (1997): "Labelling of novel foods, and public debate", en *Science and Public Policy*, 24/5, pp. 319-326.
- VILCHES, A., y FURIÓ, C.: "Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo xxi", <<http://www.campus-oei.org/cts/ctse-educacion.htm>>.

- VV.AA. (1998): "Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 18 (monográfico), 1998.
- (1993): "Ethics and values in science-technology-society education: converging themes in a basic research project", en *Bulletin of Science, Technology and Society*, 13/6, pp. 1-21.
- : "Estudios sobre tecnología, ecología y filosofía", <<http://www.campus-oei.org/cts/tef00.htm>>.
- : "Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 18 (monográfico), ><http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18.htm>.
- WAKS, L (1990): "Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales", en MEDINA, M., y SANMARTÍN, J. (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona, Anthropos, pp. 42-75.
- (1993): "Ethics and values in science-technology-society education: converging themes in a basic research project", en *Bulletin of Science, Technology and Society*, 13/6, pp. 1-21.
- 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 BROWN, J. (ed.): *Environmental threats. Analysis, perception, management*. Belhaven, Random.
- YAGER, R. E. (ed.) (1992a): *The status of science-technology-society. Reforms around the world*. International Council of Associations for Science Education/Yearbook.
- (1993): "The advantages of STS approaches in science instruction in grades four through nine", en *Bulletin of Science, Technology and Society*, 13, pp. 74-82.
- ZIMAN, J. (1984): *Introducción al estudio de las ciencias*. Barcelona, Ariel, 1986.



Glosario

Aprendizaje. Proceso en el que organizaciones, empresas o individuos adquieren conocimientos y habilidades técnicas. Algunas modalidades de aprendizaje son: “aprender haciendo” (learning-by-doing); aprendizaje por la experiencia, por el hacer; “aprender usando” (learning-by-using), aprendizaje por el uso de una tecnología; “aprender por el cambio” (learning-by-changing) es el aprendizaje por la introducción de cambios técnicos menores o incrementales.

Articulación democrática de lo social. Véase “Participación ciudadana”.

Cambio tecnológico. Un avance en la tecnología, un incremento en el conocimiento técnico o en la tecnología misma. Implica un cambio dentro de las relaciones técnicas de producción, un proceso estrechamente relacionado con la investigación tecnológica. Es un fenómeno complejo y selectivo, que procede por trayectorias interrumpidas por importantes discontinuidades asociadas con el surgimiento de nuevos paradigmas tecnológicos.

Concepción clásica de la ciencia. Véase “Positivismo Lógico”.

Confirmabilidad. Según Carnap, “sólo podemos confirmar más o menos una oración. Por tanto hablamos del problema de la confirmación más bien que del problema de la verificación”. Para descartar la posible arbitrariedad que significa introducir la dimensión “subjetiva” en la confirmación, Carnap propone hablar de grados de confirmabilidad: A es confirmada por B; A es apoyada por B; B proporciona una prueba positiva de A. También se pueden dar valores numéricos a los grados de confirmación en estos ejemplos.

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 construidos; 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 de constructivismos sociales, según se hable, por ejemplo, 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 cultura oficial. Se desarrolló fundamentalmente en los años sesenta y setenta en naciones industrializadas occidentales, culminando con 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 sesenta. Tradicionalmente, la tecnología y el Estado tecnocrático han estado también en el blanco de sus protestas.

Contrastación, implicaciones contrastadoras. Acción y efecto general de confrontar una hipótesis o teoría frente al testimonio de la experiencia. Se contrasta con la experiencia; ésta última no debe estar sobre-cargada de teorías. Según Popper (1934), el contenido empírico de una teoría aumenta con su grado de falsabilidad, con este aumento se eleva así mismo el grado de contrastabilidad. Según Carnap (1936), la contrastación es llevar a cabo ciertos experimentos que conducen a una confirmación en cierto grado o a su negación.

Empirismo Lógico. Véase “Positivismo Lógico”.

Entornos. La noción de entorno en sociología aparece asociada a la de sistema. Entorno es el conjunto de elementos cuyos cambios afectan al sistema y son afectados a la vez por él. Javier Echeverría ha hecho un uso novedoso de este concepto al introducir la idea de tercer entorno, E3, para designar lo que otros autores han llamado “sociedad de la información” (véase) , “ciberespacio”, etc. El propio Echeverría se ha referido también a esta nueva sociedad como telépolis.

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 pueden ser de carácter epistémico o no epistémico. Los elementos epistémicos clásicos son la consideración de la evidencia empírica y el razonamiento deductivo. En el segundo tipo (no epis-

témico) 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, estos elementos son llamados a veces “factores sociales” o factores dependientes del “contexto social”.

Escuela de Edimburgo. Grupo de investigación vinculado desde principios de los años setenta 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, contribuir a cerrar la brecha entre las conocidas dos culturas de C.P. Snow: la humanística y la científico-técnica.

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 de 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 ese 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 “desconstructiva”.

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 de 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.

Historia de las ciencias. Es un relato o discurso sobre un objeto que cambia, que se modifica, como es la ciencia. Ahora bien, la concepción que se tenga sobre la ciencia y su dinámica influye en la historia de la ciencia. Si, por ejemplo, asimilamos la historia de las ciencias como historia de las ideas, el objeto preferencial de estudio será el de las teorías científicas, que se somete a un análisis filosófico y lógico. La evolución de las ciencias consiste, desde esta perspectiva, en la elaboración de teorías más o menos perfeccionadas, es decir, capaces de unificar un número creciente de fenómenos y de dar cuenta de ellos. Esta evolución está presidida por una lógica interna, en la que no tienen entrada las circunstancias exteriores. La ciencia es concebida como una encarnación de la razón, es decir, como un conjunto de reglas que son válidas para todos los sujetos pensantes, y el entorno social, en esta perspectiva, sólo tiene un interés secundario. A partir de los trabajos de Merton, John Bernal y sobre todo de Kuhn, el concepto de ciencia se modifica, pues las condiciones sociales adquieren relevancia dentro de la producción del conocimiento científí-

fico. En este sentido, la historia de las ciencias adquiere un nuevo estatuto, y su interés va a girar en torno no sólo a las ideas científicas, sino también a las instituciones, las academias, y, en general, a los intereses de los sociólogos. Por último, con la renovación de los estudios sociales de la ciencia, la historia de las ciencias adquiere interés por otros objetos tradicionalmente no privilegiados en el análisis histórico, como son las prácticas, el saber-hacer de los científicos, las formas de clausura de los debates y los factores no epistémicos que intervienen en la construcción de la ciencia. Es esta construcción, en tanto que proceso histórico, la que se construye como relato en la nueva historia de las ciencias.

Innovación. Introducción de una técnica, producto o proceso en el ámbito productivo, con frecuencia seguido de un proceso de difusión. Dos características de la innovación son la novedad y el beneficio generado. Existen tres tipos: innovación de producto; innovación de proceso (método de producción); innovación organizativa. Las innovaciones pueden ser incrementales cuando son menores, continuas y acumulativas; o ser mayores o radicales, que resultan en nuevas tecnologías que dan origen a nuevos productos, procesos o servicios.

Investigación tecnológica. Llamada tradicionalmente “investigación aplicada y desarrollo experimental”. Es una actividad orientada a la generación de nuevo conocimiento tecnológico, que puede ser aplicado directamente a la producción y distribución de bienes y servicios; puede conducir a una innovación.

Modelo lineal de desarrollo. Concepción clásica acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, según la cual el progreso social depende del crecimiento económico, éste del desarrollo tecnológico y éste, a su vez, 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.

Movimientos sociales. Uno de los elementos explicativos del devenir social utilizados por la teoría sociológica. Desde los años sesenta se ha producido una expansión de movimientos sociales que ha puesto en cuestión algunos de los tópicos del desarrollo tecnocientífico. En la década de los años setenta y por la sucesión de algunas catástrofes tecnocientíficas (Seveso, Three Mile Island...) el papel de esos movimientos se ha potenciado y en algunos casos institucionalizado. El

involucramiento público en la resolución de controversias tecnocientíficas es uno de los objetivos del movimiento CTS, especialmente en su orientación más práctica.

Niños lobo. Denominación con la que se conoce —junto con la de “niños salvajes” o “niños ferales”— a los niños y niñas que han vivido sin contacto con ningún grupo social. Es imprecisa o excesiva, puesto que en muchos casos los niños no han sido criados por lobos, o por ningún otro animal, sino simplemente han estado aislados de otros seres humanos.

Participación ciudadana. En la mayoría de las sociedades actuales —si podemos hablar de sociedades como algo distinto a la sociedad global o mundializada— existen formas de gobierno democráticas. Prescindiendo de valoraciones sobre el funcionamiento de las democracias actuales, hay que señalar que uno de los ámbitos donde los ciudadanos de una democracia tenían —y tienen— más dificultades para participar es en el de las controversias tecnocientíficas. El movimiento CTS propone una participación más activa de los ciudadanos en esas cuestiones, una articulación democrática que permita esa participación mediante nuevos mecanismos que van más allá de las soluciones políticas tradicionales.

Político, involucramiento. En la sociedad actual tiende a producirse una creciente pérdida de interés y un alejamiento de la política por parte de los ciudadanos. Este fenómeno, propiciado en gran medida por los mecanismos de despolitización que utilizan las estructuras tradicionales de poder, se ha aliado con la visión científica para contribuir al alejamiento que comentamos. Los estudios CTS plantean en cierto modo una recuperación de la política y una extensión de la participación ciudadana hasta los ámbitos de decisión tradicionalmente más alejados del público: los de las cuestiones tecnocientíficas.

Positivismo Lógico. Concepción heredada de la naturaleza de la ciencia desarrollada en la Europa de entreguerras de los años veinte y treinta por autores como R. Carnap, O. Neurath, H. Reichenbach o C. Hempel. Mantiene su hegemonía filosófica hasta los años sesenta y setenta. Los positivistas lógicos, en general, entendían la ciencia como “saber metódico”, es decir, como un modo de conocimiento caracterizado por cierta estructura lógica (desvelable 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 rele-

vancia explicativa de los factores no epistémicos para dar cuenta del avance en ciencia.

Principio de responsabilidad. Una de las reflexiones éticas más conocidas sobre las consecuencias sociales del desarrollo tecnocientífico es la de Hans Jonas. Este autor propone lo que llama “principio de responsabilidad”, que es en realidad todo un programa de construcción de una nueva moral que tenga en cuenta las consecuencias que los desarrollos científicos y tecnológicos pueden tener sobre la humanidad —actual, pero sobre todo futura— y sobre nuestro planeta. Jonas sostiene que la ética anterior podía hablar de responsabilidad pero en un sentido más estrecho que el propuesto por él, puesto que antes del presente no se podía ni imaginar lo que es posible hacer hoy gracias a los desarrollos tecnocientíficos.

Programa Empírico del Relativismo. Desarrollo del “Programa Fuerte”, debido fundamentalmente a Harry Collins a finales de los años setenta y principios de los ochenta, 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.

Programa Fuerte. Programa establecido por cuatro principios (causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad) para el desarrollo de una sociología del conocimiento científico, es decir, para 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 la década de los años setenta, aunque es enunciado por David Bloor en su obra *Conocimiento e Imaginario Social*.

Programas de investigación. Esta teoría, propuesta por Lakatos como modelo de evaluación de tradiciones teóricas en las ciencias, parte de un examen crítico de varias tendencias en la filosofía de la ciencia, tanto de diversas versiones del inductivismo como del falsabilismo popperiano. Un programa de investigación consiste en una serie de teorías estrechamente relacionadas como evolución temporal de un “marco teórico”, una serie soldada por reglas metodológicas, algunas de las cuales indican qué caminos hay que seguir (heurística positiva)

y otras qué caminos hay que evitar (heurística negativa). La historia de las ciencias muestra los modos en que se han establecido, han progresado o han degenerado los programas de investigación. Lakatos ha examinado en detalle las distintas capas que constituyen los programas de investigación, el carácter flexible de la heurística positiva, el papel de las anomalías y del progreso “en un océano de anomalías”, así como las diferentes interpretaciones que pueden darse a las confirmaciones, refutaciones, ataques o desafíos.

Progreso. Un concepto fundamental para entender la percepción que de la ciencia se tiene en la actualidad. Es una noción relativamente reciente, en esencia procedente de los siglos XVII y XVIII europeos que pasó a convertirse en el XIX, especialmente con el Positivismo, en una creencia constitutiva de nuestra visión de la historia. Es un término que viene inmediatamente a la mente cuando se trata de caracterizar la esencia de la tecnociencia. Por lo que se refiere al progreso científico, los estudios CTS han puesto en duda la aplicabilidad del concepto al desarrollo de la ciencia y la tecnología, mostrando, desde Kuhn, la complejidad de los factores en juego y la imposibilidad de sostener una visión lineal de la historia y acumulativa simplista de la ciencia y la tecnología.

Red de actores, teoría de la. Diversos autores en la investigación académica CTS, especialmente Bruno Latour y Michel Callon, han desarrollado una línea de trabajo basada en el principio tercero del “Programa Fuerte”, la simetría. Para estos autores una explicación realmente simétrica de teorías científicas o de 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 tan insatisfactoria científicamente como la inversa de la filosofía de la ciencia tradicional. Para estos autores franceses todos los actores, humanos y no humanos, interaccionan 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, que incluye la investigación básica y el desarrollo de aplicaciones a partir de la misma. Hoy día, ante la estrecha vinculación de ciencia y tecnología y la creciente

circulación de éstas con los sistemas productivos, tiende a hablarse en su lugar de “sistemas de innovación”. Se excluyen actividades científico-tecnológicas relacionadas con la formación y el asesoramiento.

Sistema social. La teoría general de sistemas (véase) ha sido aplicada a la sociología, aunque con precauciones, debido a las diferencias entre las estructuras sociales y los modelos ciberneticos. Si bien uno de los primeros intentos para aplicar esta teoría a la sociedad fue el de Walter Buckley, en la actualidad los desarrollos más interesantes son los que Niklas Luhmann ha llevado a cabo. En la teoría de este autor, la sociedad no está compuesta de seres humanos sino de comunicaciones. Los seres humanos son el entorno de la sociedad, no componentes de la misma. Esta sociedad, compuesta de comunicaciones, se diferencia internamente según su grado de desarrollo en diferentes subsistemas sociales. Cada subsistema es autopoético, es decir, puede crear su propia estructura y los elementos de que se compone, y es también autorreferente: es un sistema clausurado en sí mismo pero, según Luhmann no aislado del entorno. Los sistemas —subsistemas— sociales más relevantes son el derecho, la economía, la política, la religión, la educación y la ciencia.

Sociedad de la información. Es una de las caracterizaciones que se utilizan para referirse a la sociedad actual. Se afirma que, frente a lo que sucedía en las sociedades tradicionales, hoy los flujos más importantes que definen el poder no son de energía ni de materias primas sino de información. Es un hecho que en la actualidad el acceso a la información es bastante más fácil que en otros tiempos. El problema es ahora el manejo de esa gran cantidad de información, la disponibilidad de información pertinente y de calidad y la discriminación entre distintas y a veces contradictorias informaciones.

Sociedad mundializada. La sociedad actual se suele considerar como una sociedad “mundializada” o también “globalizada”. El término “globalización” se ha convertido en un tópico de los medios de comunicación de masas. Marshall McLuhan puso en circulación el término de “aldea global” en 1962 para referirse a la nueva sociedad que se estaba alumbrando. McLuhan, que se convirtió al catolicismo a la edad de veinticinco años, sostenía en una entrevista con el religioso Pierre Babin que “todo está en el Evangelio: hay que sintonizar la buena frecuencia”. Las connotaciones religiosas de la sociedad global vuelven a hacerse presentes si tenemos en cuenta que el teólogo Pierre Teilhard de Chardin ya hablaba en 1938 de “planetización” o “humanidad concebida como masa”, y de Noosfera como nuevo envolvente espiritual de la humanidad. Hoy la globalización es un fenó-

meno fundamentalmente empresarial o comercial, mediado por las nuevas tecnologías del transporte y de la comunicación.

Sociología del conocimiento científico. Sobre la base del “Programa Fuerte”, la Escuela de Edimburgo desarrolla a principios de los años setenta 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 (por ejemplo del empirismo lógico), la sociología del conocimiento científico apela a factores sociales para dar cuenta del “avance científico”, es decir, de los procesos de génesis y aceptación de ideas en ciencia. Por tanto puede 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. Robert K. Merton, un sociólogo norteamericano, ha desempeñado en su origen y desarrollo el papel más importante.

Tecnociencia. Hoy se habla de tecnociencia o complejo científico-tecnológico para designar lo que resulta muy difícil de distinguir en las actividades reales de I+D, tanto en sus procedimientos como en sus resultados. Es un término muy difundido en los estudios CTS, donde se origina, usándose ya ampliamente en otros muchos ámbitos.

Teoría de sistemas. La llamada “teoría general de sistemas” se desarrolló sobre todo a partir de Ludwig von Bertalanffy y su “biología orgánica”, que estudia los sistemas biológicos. Esta teoría hace especial hincapié en la noción de “todo” y en las ideas de totalidad, estructura de funciones y finalidad. Se desarrolló especialmente tras el impulso que le proporcionó la cibernetica de Norbert Wiener. En el estudio de la sociedad se ha utilizado ampliamente la noción de sistema social (véase). Niklas Luhmann es uno de los autores más conocidos que ha puesto en circulación la teoría de los sistemas sociales autopoéticos.

Verificabilidad de enunciados. Verificar una cosa es comprobar si es verdadera. Lo que se comprueba, sin embargo, no es una cosa, sino algo que se dice de ella, esto es, un enunciado. La verificación es la acción y el efecto de comprobar si algún enunciado es verdadero o falso.

Otras publicaciones de la OEI

Revista Iberoamericana de Educación

(cuatrimestral)

Cuadernos de Iberoamérica

OEI (2001): *Observatorios de educación y de trabajo: casos, problemas y propuestas*

PÉREZ SEDEÑO, E. (ed.) (2001): *Las mujeres en el sistema de ciencia y tecnología. Estudio de casos.*

MARTINELL, A. (2001): *Diseño y elaboración de proyectos de cooperación cultural.*

ABELLO TRUJILLO, I.; ZUBIRÍA SAMPER, S. de, y TABARES, M. (2001): *Conceptos básicos de administración y gestión cultural*, 2^a ed.

Serie

Nuevas tecnologías en la educación

MONTES MENDOZA, R. I. (coord. y comp.) (2001): *Globalización y nuevas tecnologías: nuevos retos y ¿nuevas reflexiones?*

— (2001): *¿Una pedagogía distinta? Cambios paradigmáticos en el proceso educativo.*

— (2001): *Las nuevas tecnologías y las instituciones de educación superior.*

— (2001): *Organización y reorganización del conocimiento.*

Cuadernos de educación comparada

PEREYRA Z., L. E.; FERRER, F., y PÉREZ, S. (1998):

Planificación, financiación y evaluación de los sistemas educativos iberoamericanos, vol. 1.

DÍAZ FLÓREZ, O. C.; ROJAS PRIETO, S. L., y VASCO MONTOYA, E. (2000):

La educación especial en Iberoamérica, vol. 2.

GARCÍA GARRIDO, J. L.; VALLE, J. M., y OSSENBACH SAUTER, G. (2001): *Génesis, estructuras y tendencias de los sistemas educativos iberoamericanos*, vol. 3.

PUELLES BENÍTEZ, M. de; BRASLAVSKY, C.; GVRITZ, S., y MARTÍNEZ BOOM, A. (2001): *Política y educación en Iberoamérica*, vol. 4.

RODRÍGUEZ FUENZALIDA, E.; DÍAZ BARRIGA, Á., e INCLÁN ESPINOSA, C. (2001): *La formación de profesores para el sistema escolar en Iberoamérica*, vol. 5.

LLORENT BEDMAR, V.; GARCÍA CRESPO, C., y AGUILAR, L. E. (2001): *La educación obligatoria en Iberoamérica*, vol. 6.

EGIDO GÁLVEZ, I.; ÁLVAREZ GALLEGOS, A., y FIGUEIREDO, I. (2001): *Organización y gestión de los centros educativos en Iberoamérica*, vol. 7.

BRIASCO, I., y VALDÉS CIFUENTES, T. (2001): *La formación profesional en Iberoamérica*, vol. 8.

Temas de Iberoamérica

LÓPEZ CEREZO, J. A.;

LUJÁN, J. L., y GARCÍA

PALACIOS, E. M. (eds.)

(2001): *Filosofía de la tecnología.*

JABONERO, M., y otros

(2001): *La renovación de la educación de adultos. El PAEBA de El Salvador, un modelo de cooperación.*

Papeles Iberoamericanos

VV.AA. (2001): *La Educación en Valores en Iberoamérica.*

Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores. Montevideo, Uruguay. 2 al 6 de octubre de 2000.

VV.AA. (2001): *Educación y trabajo para grupos desfavorecidos: recomendaciones para la acción.*

Otros títulos

VV.AA. (2001): *Elaboración y selección de materiales para la enseñanza y aprendizaje de la Historia de Iberoamérica.*

OEI (2001): *Cuadernos de Trabajo sobre Educación Técnico Profesional (CD ROM) 1 al 6.*

OEI-CECC (2001): *Establecimiento de estándares para la educación primaria en Centroamérica (CD ROM).*

ACEVEDO, J. (2000): *La Historia de Iberoamérica desde los niños*, vol. 1.



Organización
de Estados
Iberoamericanos

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

Secretaría General

Bravo Murillo, 38
28015 Madrid. España
Tel.: (34) 91 594 43 82
Fax: (34) 91 594 32 86
oeimad@oei.es
<http://www.oei.es/>

Oficina Regional en Bogotá

Carrera 6.^a, n.^o 67-18
Bogotá. Colombia
PBX: (571) 346 93 00
Fax: (571) 347 07 03
oeico@oei.org.co
<http://www.oei.org.co/>

Oficina Regional en Buenos Aires

Avenida Santa Fe, 1461, 2.^º
1060 Buenos Aires. Argentina
Tels.: (5411) 4813 0033/34
Fax: (5411) 4811 9642
oeiba@oei.org.ar
<http://www.oei.es/oeiba/>

Oficina Regional en Lima

Casa de Osambela
Jr. Conde de Superunda, 298
Apartado 534
Lima, 1. Perú
Tel.: (5114) 27 54 80
Fax: (5114) 28 80 95
oeiperu@amauta.rcp.net.pe
<http://www.oei.es/peru/>

Oficina Regional en México, D.F.

Francisco Petrarca, 321, 11.^º piso
Colonia Chapultepec Morales
11570 México, D.F., México
Tel.: (525) 203 88 50
Fax: (525) 203 56 92
oeimx@postoffice.com.mx
<http://www.oei.es/oeimx/>

Oficina Regional en San Salvador

Pasaje Itsmania, 315
Col. Escalón, entre 79 y 77 Av. Norte
San Salvador. El Salvador
Tels.: (503) 264 03 22/08 71/09 75
Fax: (503) 263 34 07
oeielsal@oei.org.sv
<http://www.oei.es/oeielsal/>

Oficina Técnica en Managua

Centro Cívico,
módulo "S", planta alta
Apdo. Postal 127
Managua. Nicaragua
Telefax: (505) 265 14 08
oei@ibw.com.ni

Oficina Técnica en Tegucigalpa

Colonia Mirador del Loarque
Instalaciones del INICE
Comayagüela
Tegucigalpa. Honduras
Tel.: (504) 226 86 74
Fax: (504) 226 86 75
oei.teg@sdnhon.org.hn



Cuadernos
de Iberoamérica