

La dimensión social de la tecnología y el principio de precaución¹

The social dimension of technology and the precautionary principle

José Luis LUJÁN

Universidad de las Islas Baleares
lujan@uv.es

José Antonio LÓPEZ CERZO

Universidad de Oviedo
cerzo@pinon.ccu.uniovi.es

Recibido: 9-02
Aceptado: 4-03

RESUMEN

En los debates sociales en torno a la tecnología y sus consecuencias sociales, y en las propuestas de gestión del cambio tecnológico subyace una controversia sobre la dimensión social de la tecnología. Esta controversia tiene que ver con la capacidad de la tecnología para imponer ciertas estructuras sociales, modos de organización o formas de vida. Se trata en último extremo del debate en torno al determinismo tecnológico y a la autonomía de la tecnología. Aquí estudiaremos algunas de las versiones de esta controversia durante las últimas cuatro décadas, y analizaremos la relación que mantiene en nuestros días con el principio de precaución.

PALABRAS CLAVES

Determinismo tecnológico, autonomía de la tecnología, principio de precaución, catástrofes normales, riesgo tecnológico

ABSTRACT

Underlying social debates and academic analyses about the social effects of technological change, as well as proposals for the management of technological change, a controversy about the social dimension of technology can be identified. This controversy is related to the capacity of the technology to impose certain social structures, patterns of social organisation or ways of living. This eventually amounts to a controversy about technological autonomy and determinism. We will review here some versions of this controversy over the last forty years as well as analyse the contemporary relationship of this controversy with the so-called precautionary principle.

KEY WORDS

Technological determinism, autonomy of technology, precautionary principle, normal accidents, technological risk

SUMARIO Impactos y autonomía de la tecnología. Riesgos y autonomía de la tecnología. Precaución y autonomía de la tecnología. Conclusión. Bibliografía.

¹ Trabajo realizado en el marco de los proyectos BFF2001-0377 y BFF2002-04454-C10-01 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

En las últimas décadas, el cambio tecnológico se ha convertido en objeto de los análisis de las ciencias sociales y las humanidades, en fuente de frecuentes conflictos sociales, y en tema central de las políticas públicas. En este trabajo abordamos la relación entre estos tres ámbitos con respecto a la controversia en torno a la autonomía de la tecnología. Utilizaremos la siguiente periodización: durante los años sesenta y parte de los setenta la preocupación social, los análisis y las políticas públicas se centran en los impactos de la tecnología. Posteriormente, el riesgo es el concepto fundamental. En los años noventa, la incertidumbre respecto a los efectos (sociales, ambientales y sobre la salud) ocupa el lugar central en los tres ámbitos de los que nos ocupamos en este trabajo. La frontera entre estas tres etapas no está bien definida, pero la periodización está justificada y es útil para nuestra exposición.

Impactos y autonomía de la tecnología

Uno de los colectivos sociales que hacia finales de los años sesenta muestra su preocupación por la dimensión social de la tecnología es el conocido como movimiento pro tecnología alternativa, adecuada o apropiada. Este movimiento es ilustrativo del tipo de nuevos intereses mostrados por una izquierda política en proceso de cambio. Al examinar las propuestas concretas realizadas, Langdon Winner (1986) concluye que sus objetivos no eran tanto los de conseguir energías de fuentes renovables como generar esperanzas de renovación social. Se trataba, pues, de favorecer una tecnología adecuada para una sociedad alternativa. Ernst Friedrich Schumacher, autor del que podría considerarse el *best-seller* de la «tecnología adecuada». *Lo pequeño es hermoso*, lo expresó de un modo que no dejaba lugar a dudas: si aquello que ha sido y es moldeado por la tecnología se manifiesta obsoleto o enfermizo, ¿no habría que analizar la naturaleza de la tecnología misma? (Schumacher, 1973). Durante los años setenta, los grupos alternativos del Occidente industrializado pretendían cambiar la tecnología porque consideraban que ese era un modo eficaz de cambiar la sociedad.

El movimiento pro tecnología adecuada estaba comprometido con algún tipo de deter-

minismo tecnológico. Para cambiar la sociedad era necesario cambiar la tecnología. Características importantes de una sociedad, como su nivel de justicia, la distribución del poder o la participación en la toma de decisiones, dependían para los tecnólogos alternativos del tipo concreto de tecnologías que una sociedad incorporaba.

Un modo de caracterizar el movimiento de defensa de la tecnología alternativa es a partir de las tesis defendidas respecto a la relación tecnología-sociedad y las características exigidas a una tecnología para que sea considerada alternativa. Respecto al primer tema, las afirmaciones básicas son las siguientes (Ullrich, 1979):

(1) Hay una divergencia entre la potencia productiva propiciada por la tecnología y la capacidad de asumir control y responsabilidad.

(2) Progresivamente la ciencia se ha ido centrando en áreas cada vez más alejadas de la vida de los ciudadanos.

(3) La ciencia y la tecnología han servido para mantener las relaciones de poder existentes.

(4) Los costes sociales, psicológicos y físicos de la «cientificación y tecnologización» del mundo son cada vez más altos.

(5) Cuando las organizaciones de producción o los proyectos tecnológicos exceden de cierto tamaño se hacen disfuncionales para las personas implicadas.

(6) Cualquier proceso de centralización es sospechoso de posibilitar el dominio de unos pocos y hacer aumentar la dependencia de la mayoría.

(7) El aumento en la producción en los países desarrollados conducirá a mantener trabajos monótonos y sin sentido y dañar irreversiblemente el medio ambiente.

Frente a esta situación, los tecnólogos alternativos han propuesto tradicionalmente la adopción de tecnologías que conduzcan a una sociedad más justa, más democrática y más respetuosa con el ambiente. Las características de las tecnologías alternativas podrían ser las siguientes (Dregson, 1986):

(1) Estar controladas localmente.

(2) Implicar la participación en su desarrollo de los potenciales usuarios.

- (3) Ser de escala humana.
- (4) Utilizar recursos naturales y habilidades locales.
- (5) Ser ecológicamente sólidas, de bajo coste y sostenibles.

La concepción general respecto a las relaciones tecnología-sociedad de los tecnólogos alternativos guarda relación con la defendida por algunos filósofos e historiadores de la tecnología. Lewis Mumford, por ejemplo, llegó a defender la posibilidad de clasificar las técnicas y las tecnologías bien como democráticas, bien como autoritarias. Al introducir un cierto tipo de tecnologías, la sociedad se comprometía con un modo de vida característico.

«No podemos engañarnos por más tiempo —dice Mumford en un tono pesimista y fatalista. En el mismo momento en que las naciones occidentales derrocaron el antiguo régimen del gobierno absoluto, que funcionaba bajo un rey en otro tiempo divino, estaban restaurando ese mismo sistema de una forma mucho más efectiva en su tecnología Elevar al máximo la energía, la velocidad o la automatización, sin parar mientes en las complejas condiciones que sustentan la vida orgánica, se ha convertido en un fin por sí mismo» (1964: 56-57).

Una línea de argumentación parecida a la de Mumford ha sido seguida en las últimas décadas por el filósofo norteamericano Langdon Winner. En su obra más conocida, *La ballena y el reactor*, se pregunta si los artefactos tienen política. A esta pregunta Winner responde afirmativamente, defendiendo que los artefactos poseen política en dos sentidos. En el primer sentido los artefactos tienen política porque el diseño puede incorporar valores. Esta incorporación (materialización) de los valores en la tecnología hace que perduren en el tiempo. Además, los artefactos poseen política porque conseguir que una tecnología funcione adecuadamente necesita de un determinado modo de organización social. Comprometerse con ciertas tecnologías significa también comprometerse con ciertos modos de vida comunitaria y de organización social. En su obra de 1977, Winner defendía (en una línea similar a la de los tecnólogos alternativos)

que para preservar algunas características de las formas políticas tradicionales, las tecnologías deberían ser (1) comprensibles para el público no experto, (2) flexibles, y (3) no tendientes a crear dependencia.

La respuesta de la administración pública ante la preocupación por los impactos tecnológicos, en los años sesenta y setenta, será la evaluación y la regulación de las tecnologías (González García *et al.*, 1996). La idea principal era que la previsión de los impactos de una tecnología posibilitaba su control. Los impactos negativos podían de este modo eliminarse. El discurso sobre impactos significa de algún modo atribuirle cierta autonomía a la tecnología, puesto que se concibe que la tecnología posee la cualidad de influir sobre la sociedad². Pero los defensores de la evaluación y de la regulación de las tecnologías pensaban que era posible someter bajo control dichos impactos regulando el uso de las tecnologías. Esta es la diferencia con los tecnólogos alternativos. Para éstos, algunas tecnologías eran ingobernables y acababan imponiendo un determinado orden social.

Riesgos y autonomía de la tecnología

Con el tiempo, el discurso sobre la dimensión social de la tecnología cambiará el lenguaje de los impactos por el lenguaje sobre el riesgo (López Cerezo y Luján, 2000). Aparecerá aquí también la controversia sobre la autonomía de la tecnología. Puede interpretarse en este sentido, el enfrentamiento entre los partidarios de las teorías de las «catástrofes normales» (*normal accidents*) y de la «alta fiabilidad» (*high reliability*).

El teórico más conocido de las catástrofes normales es Charles Perrow. De acuerdo con este autor, hay dos características de los modernos sistemas tecnológicos que conducen a las catástrofes normales: las interacciones complejas (*complex interactions*) y el acoplamiento o interconexión rígida (*tight coupling*). Para Perrow, las tecnologías contemporáneas

² Esto es precisamente lo que criticarán los defensores de la evaluación constructiva de tecnologías a los partidarios de la evaluación clásica. Véase Rip *et al.* (1995).

son sistemas complejos con una gran cantidad de elementos técnicos en interacción y estrechamente interconectados. En estos sistemas no se desarrollan procesos lineales que, en principio, puedan ser descritos por completo y planificarse cuidadosamente con detalle. Debido a esa estructura compleja y a la interconexión de sus elementos, las garantías de que todo funcione como se espera nunca son completas. Los diseños son tan complicados que no podemos anticipar todas las posibles interacciones de elementos y fallos posibles. Pueden presentarse una gran diversidad de acontecimientos imprevistos que obliguen a tomar decisiones urgentes en situaciones de incertidumbre. Un fallo en una parte del sistema puede producir, por vías diversas, un efecto en cascada con consecuencias globales de carácter incierto.

En sus palabras:

« Los sistemas complejamente interactivos pueden sufrir fallos independientes, cada uno insignificante en sí mismo, que interaccionan de forma inesperada e incluso incomprendible, tales como evadir o vencer el conjunto de dispositivos de seguridad dispuestos para responder a los fallos individuales. Si el sistema también está "rigidamente acoplado" el fallo inicial no puede contenerse o aislarse y el sistema no puede detenerse; los fallos producirán un efecto en cascada hasta que la mayor parte del sistema o el sistema completo falle » (Perrow, 1994: 216).

Un ejemplo curioso lo proporcionan las llamadas «colisiones de trayectorias de no-colisión» en los accidentes marinos. El manejo de un gran barco y la organización del tráfico marino constituyen sistemas con una gran interconexión de elementos y una estructura lo suficientemente compleja. ¿Por qué, se pregunta Perrow, dos barcos que iban a pasar uno junto a otro sin peligro, de momento viran y colisionan? (Perrow 1984: 176). Una situación imprevista puede dar lugar a un cálculo erróneo, en una conducta de evitación innecesaria dadas las trayectorias originales de dos barcos, que a través de sucesivos ajustes conduzca hasta la colisión real. Pensemos, por ejemplo, en un superpetrolero de 250 mil toneladas (y llegaran a alcanzar el medio millón), con un calado de seis pisos, que necesita de 5 kms. y más de 20 minutos para detenerse, y que puede considerarse una planta química flotante. El sistema mismo condiciona una colisión a partir de trayectorias originales de no-colisión. Y

no importa cuánto mejoren técnicamente los mecanismos e instrumentos de seguridad, la conducta de compensación del riesgo de los capitanes traducirá esa mayor seguridad en una mayor velocidad de navegación con niebla o una mayor temeridad al afrontar una marea baja en la entrada de un puerto, y, en consecuencia, se mantendrá un mismo nivel de riesgo. Por ejemplo, la incidencia de colisiones marinas no bajó con la invención del radar, sino que más bien comenzó a hablarse de «colisiones asistidas por radar» (Perrow, 1984: 204). Estas «colisiones de trayectoria de no-colisión», estos accidentes inducidos por el sistema, señala Perrow (1984: cap. 6), son la realidad de la mayoría de accidentes marinos: dos barcos que tratando de evitarse colisionan, y no la idealizada de dos trayectorias que se cortan limpiamente en el punto de colisión.

En este sentido, podría decirse que los riesgos se presentan como características constitutivas de los sistemas sociotécnicos. Si proseguimos esta línea de razonamiento, nos encontraremos frente a un dilema respecto a cualquier forma de control en tecnologías complejas: si se intenta aumentar la seguridad de sistemas complejos ello hará que su complejidad se vea también aumentada, haciéndose más propensos a fallos y menos controlables.

El enfoque de Perrow presupone pues una cierta autonomía para la tecnología. Una central nuclear, un sistema de control de tráfico aéreo, un superpetrolero, una planta petroquímica o una misión espacial constituyen tecnologías complejas con elementos rigidamente interconectados. En estas tecnologías, según Perrow, no puede existir nunca una seguridad absoluta; tienen unas características tales que en ellas los accidentes han de ser considerados como inevitables: catástrofes «normales». El origen causal de los accidentes producidos en tecnologías complejas de alto riesgo se encuentra antes en la propia estructura de la tecnología que en los fallos humanos, de modo que los posibles fallos han de considerarse como condicionados por el sistema.

Frente a esta línea de argumentación, los teóricos de la alta fiabilidad consideran que es posible controlar mediante estructuras institucionales y organizativas adecuadas las tecnologías complejas. Sus propuestas se cen-

tran en el diseño de organizaciones que han de gestionar tecnologías complejas. Proponen cuatro características que han de cumplir estas organizaciones (Heimann, 1997). La primera es conseguir que la seguridad sea el objetivo principal de los líderes de estas organizaciones. Se considera que ésta es una condición para que el conjunto de la organización mantenga un compromiso con la seguridad. La segunda característica es la redundancia organizativa. Del mismo modo que en el diseño tecnológico, la redundancia de los sistemas de seguridad se utiliza para evitar los fallos de alguno de los dispositivos de seguridad: la redundancia organizativa trata de limitar los errores del sistema completo. Se considera que la duplicación es un sustituto de las partes perfectas. La tercera característica es la creación de una cultura de la fiabilidad mediante una intensa socialización que posibilite la descentralización y responder de forma flexible a las posibles anomalías. La cuarta característica es el aprendizaje institucional. Se trata de conseguir un «sofisticado ensayo y error» mediante pruebas limitadas, simulaciones, etc.

Los teóricos de las catástrofes normales responden que las organizaciones siempre tienen más de un objetivo, por lo que no se puede esperar que se comprometan exclusivamente con la seguridad: que la redundancia convierte al sistema resultante en más complejo y opaco; que la mejor respuesta organizativa ante las interacciones complejas de los sistemas tecnológicos es la descentralización, pero ante el acoplamiento rígido la mejor estrategia es la centralización, y que las organizaciones no se pueden centralizar y descentralizar al mismo tiempo; que la cultura de la fiabilidad requiere un estilo militar de socialización incompatible con los valores democráticos; y que el «sofisticado ensayo y error» es imposibilitado porque las organizaciones tratan de evitar la responsabilidad y tienden a encubrir los errores (Heimann, 1997).

Los teóricos de las catástrofes normales parten de una concepción sistémica de las

tecnologías. Son sistemas complejos en los que interaccionan componentes técnicos, instrumentos, operarios, organizaciones, regulaciones, etc. Cuanto mayor sea la complejidad más difícil será el control del sistema en su conjunto y más probabilidad habrá de que se produzcan accidentes. La autonomía emerge entonces de la complejidad de los sistemas tecnológicos. Algunos autores hablan entonces de «sistemas de riesgo», en contraposición al riesgo de las acciones individuales:

«En esta problemática cobra mayor importancia la cuestión de las consecuencias no pretendidas de la acción, por un lado, y una mayor complejidad social por el otro el sistema de riesgo que no está centrado en el sujeto ni en la acción, aunque las presupone, sino en una cierta autonomía sistémica y en una enorme dificultad para realizar imputaciones causales debido a la gran complejidad y a su cierta autonomía funcional» (Rodríguez, 1999: 202).

Precaución y autonomía de la tecnología

El principio de precaución se ha propuesto como guía para la elaboración de políticas públicas, especialmente de regulación de riesgos tecnológicos, en situaciones de incertidumbre. La mayoría de formulaciones del principio de precaución coinciden en definirlo como una demanda de acción protectora hacia el entorno o la salud pública, incluso cuando no haya evidencia científica firme para establecer una relación entre causas y efectos³. En la declaración de Wingspread sobre el principio de precaución, éste se define del siguiente modo (Raffensperger y Tickner, 1999; Riechmann y Tickner, 2002):

«Cuando una actividad se plantea como una amenaza para la salud humana o el medio ambiente, deben tomarse medidas precautorias aun cuando algunas relaciones de causa y efecto no se hayan establecido de manera científica en su totalidad».

Las interpretaciones del principio de precaución dependen principalmente de dos factores:

³ En Riechman y Tickner (2002) y en el apéndice B de Raffensperger y Tickner (1999) se pueden encontrar diversas formulaciones del principio de precaución.

(1) qué imaginación se considera legítima para establecer las inciertas pero posibles consecuencias negativas de las aplicaciones tecnológicas;

(2) cómo se interpreta la incertidumbre sobre los impactos o riesgos.

Algunas de las posiciones respecto a estos dos puntos están claramente relacionadas con el tema de la autonomía de la tecnología.

La incertidumbre sobre las consecuencias del cambio tecnológico es el núcleo del principio de precaución. Y las interpretaciones sobre la incertidumbre son el origen de las diferentes interpretaciones del principio de precaución. En relación con los impactos y riesgos tecnológicos podemos distinguir tres interpretaciones de la incertidumbre:

(1) la incertidumbre como falta de conocimiento científico fiable;

(2) la incertidumbre como una característica del conocimiento científico; y

(3) la incertidumbre como una característica de los sistemas tecnológicos (o sociotécnicos) complejos.

Teniendo en cuenta esta clasificación podemos entender las divergencias en la interpretación del alcance del principio de precaución. En un extremo encontramos a quienes interpretan el principio de precaución en un sentido literal: la demanda de regulación cuando existan sospechas «fundadas» sobre consecuencias negativas para el ambiente o la salud aunque no exista conocimiento científico preciso al respecto. En el otro extremo encontraríamos interpretaciones que hacen del principio un criterio para la elección de tecnologías. En este caso el principio de precaución serviría de base para rechazar tecnologías complejas precisamente porque entrañan incertidumbre respecto de sus consecuencias posibles o porque tienen un potencial, por pequeño que sea, catastrófico. «Complejidad» se considera sinónimo de «incertidumbre»⁴.

Seguir esta interpretación del principio de precaución significaría vetar toda una serie de tecnologías, independientemente de que estuviesen más o menos reguladas. Jorge Riechmann defiende esta interpretación cuando afirma:

«... el avance de las sociedades industriales hacia niveles de complejidad cada vez mayor tropieza con limitaciones inherentes en nuestra capacidad para gobernar la complejidad ... De donde la urgencia y la actualidad de una consigna como *lo sencillo es hermoso*» (Riechmann, 2002: 144).

Las características positivas que deberían poseer las tecnologías para quienes defienden esta interpretación del principio de precaución son parecidas a las que en su momento defendieron los tecnólogos alternativos. Y las razones por las que se defienden son también parecidas: la dificultad de controlar los sistemas tecnológicos complejos. Ahti Salo y Andrew Stirling proponen una lista de propiedades estratégicas que deberían cumplir los sistemas tecnológicos de acuerdo con el principio de precaución (véase Stirling, 1999), de la que podemos destacar las siguientes:

– Diversidad: mantener diversas estrategias para conseguir el mismo objetivo, aunque alguna de las opciones parezca menos eficaz, como un seguro por si cambian los resultados de otras opciones.

– Flexibilidad: la capacidad de mantener abiertas todas las opciones posibles de tal modo que sea posible abandonar alguna sin excesivos costes cuando cambien las condiciones.

– Elasticidad: la capacidad de mantener los resultados aunque haya perturbaciones externas, bien preservando la estructura interna (robustez), bien adaptando la estructura interna a las condiciones cambiantes (adaptabilidad).

Estas características estratégicas pretenden hacer frente a la incertidumbre sobre los

⁴ Unas veces se enfatiza la complejidad de los sistemas tecnológicos, otras la complejidad de los sistemas sociales o naturales sobre los que se realiza la intervención tecnológica. En ambos casos, el argumento es que la complejidad puede conducir a consecuencias catastróficas imprevistas.

resultados de las tecnologías; aunque sus proponentes son conscientes de que también están afectadas por la incertidumbre. Lo importante para nuestra argumentación es que se considera que la aplicación del principio de precaución conduce a la elección de tecnologías o sistemas tecnológicos con ciertas propiedades que eviten o salven en algún grado los problemas de la complejidad, la incertidumbre y la autonomía que conllevan algunas tecnologías.

El segundo tema en relación con las interpretaciones del principio de precaución es el relativo a la imaginación legítima para plantear las inciertas, pero posibles, consecuencias negativas. El problema es bien sencillo: siempre es posible imaginar algún tipo de consecuencias negativas. Entonces, ¿cuándo es razonable pensar que una intervención tecnológica puede suponer una amenaza? Diferentes respuestas a esta pregunta subyacen a diferentes interpretaciones del principio de precaución.

Quienes tienden a otorgar autonomía a las tecnologías complejas ofrecen la siguiente respuesta. Si una tecnología sobrepasa cierto grado de complejidad entonces es difícilmente gobernable, y por lo tanto supone una amenaza. No es necesaria información adicional, sino que algunas características de la tecnología introducen incertidumbres sobre sus consecuencias y la convierten en peligrosa. Lo que hay que hacer es, según esta línea de argumentación, evitar la introducción de este tipo de tecnologías.

El viejo debate sobre la autonomía y el determinismo tecnológico asume así diferentes versiones a lo largo de las cuatro décadas de controversias políticas sobre las tecnologías alternativas, la regulación de impactos, los sistemas de riesgo y, más recientemente, el principio de precaución.

Conclusión

El análisis aquí desarrollado muestra una clara relación entre una concepción sistémica de la tecnología, que implica en parte la defensa de un cierto grado de autonomía, y la preferencia explícita por las tecnologías simples, que puedan ser controlables por las organizaciones sociales. Complementariamente, el énfasis en las potencialidades de la regulación, en la anticipación y prevención de impactos, o de las virtudes de los ajustes organizativos respecto al control de riesgos, presupone un mayor grado de flexibilidad para las trayectorias tecnológicas y, por tanto, poner en cuestión la tesis de la autonomía⁵. No pretendemos valorar críticamente estos argumentos, ni afirmamos que alguna de estas posiciones sea superior en algún aspecto. La realidad es que, en las últimas cuatro décadas de debates sobre la dimensión social y política de la tecnología, esta relación aparece de un modo claro. Mostrarla ha sido nuestro objetivo en este trabajo.

Quienes adoptan un punto de vista sistémico sobre la tecnología (en cuanto a su relación con el entorno y la sociedad) tienden a otorgar una cierta autonomía a la tecnología, a considerar que es extremadamente difícil conseguir un conocimiento preciso sobre sus impactos y riesgos, y al mismo tiempo a rechazar las tecnologías complejas y defender las más simples y controlables. Dar una oportunidad a las tecnologías complejas parece así requerir otras conceptualizaciones donde se dé más peso a la potencia pronóstica y la acción regulativa de los instrumentos y estrategias a disposición de los gestores. Se trata de una relación entre posiciones epistemológicas y posiciones relativas a la política y gestión del cambio tecnológico que merece la pena explorar adicionalmente.

Bibliografía

- DREYFUS, C. (1986): «Applied Philosophy of Technology: Reflections on Forms of Life and the Practice of Technology», *International Journal of Applied Philosophy*, 1986.

⁵ Aunque, como hemos visto, el enfoque clásico en evaluación de tecnologías, y en general el discurso sobre impactos, presupone algún grado de autonomía de la tecnología.

- GONZÁLEZ GARCÍA, M.Í., LÓPEZ GEREZO, J.A., y LUJÁN, J.L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- HEIMANN, C.F.L. (1997): *Acceptable Risks*. Ann Arbor, Michigan University Press.
- LÓPEZ GEREZO, J.A., y LUJÁN, J.L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.
- MUMFORD, L. (1934): *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza, 1988.
- MUMFORD, L. (1964): «Técnicas autoritarias y democráticas», en M. Kranzberg y W.H. Davenport (eds.), *Tecnología y cultura*, Barcelona, Gustavo Gili, 1978.
- PERROW, C. (1984): *Normal Accidents*, Princeton, Princeton University Press.
- PERROW, C. (1994): «A Review of Sagan's Limits of Safety», *Journal of Contingencies and Crisis Management* 2: 212-220.
- RAFFENSPERGER, C., y TICKNER, J. (eds.) (1999): *Protecting Public Health and the Environment. Implementing the Precautionary Principle*. Washington, Island Press.
- RIECHMANN, J. (2002): «Epílogo: bromas aparte, lo sencillo es hermoso», en Riechmann y Tickner (2002).
- RIECHMANN, J., y TICKNER, J. (eds.) (2002): *El principio de precaución*, Barcelona, Icaria.
- RIP, A.; MISA, T., y SCHOT, J. (eds.) (1995): *Managing Technology in Society*, Londres, Pinter.
- RODRÍGUEZ, J. (1999): «El riesgo como utopía negativa. Notas para una reflexión», en R. Ramos y F. García Selgas (eds.), *Globalización, riesgo, reflexividad. Tres temas de la teoría social contemporánea*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, 1999.
- SCHUMACHER, E.F. (1973): *Lo pequeño es hermoso*, Madrid, Hermann Blume, 1978.
- SHIRLING, A. (1999): *On Science and Precaution in the Management of Technological Risk*, European Commission Joint Research Centre.
- ULLRICH, O. (1979): «Counter-Movements and the Sciences: Theses Supporting Counter-Movements to the Scientifications of the Worlds», en H. Nowotny y H. Rose (eds.), *Counter-Movements in the Sciences*, Dordrecht, Reidel, 1979.
- WINNER, L. (1977): *Tecnología autónoma*, Barcelona, Gustavo Gili, 1979.
- WINNER, L. (1986): *La ballena y el reactor*, Barcelona, Cedisa, 1987.