

Límites de la Tecnología ¹

Ilkka Niiniluoto

Arbor CLVII, 620 (Agosto 1997), 391-410 pp.

El desarrollo tecnológico presenta una dimensión social y cultural que trasciende su faceta económica, de modo que debería estar limitado, controlado y dirigido de alguna manera. Al reflexionar aquí sobre las bases teóricas de la Política Tecnológica, el primer punto de apoyo es la diferencia conceptual entre Ciencia y Tecnología. A este respecto, la Tecnología, en mayor medida que la Ciencia, está siempre bajo el influjo de valores sociales, y es preciso pensar los procedimientos de decisión que permitan a los ciudadanos participar en la valoración y control del cambio tecnológico. Para tratar estos límites de la Tecnología, conviene resaltar que el progreso tecnológico debería basarse en la verdad científica objetiva acerca de las propiedades fácticas y las capacidades de los instrumentos así como en los valores éticos humanísticos que conciernen a los objetivos deseables y a las funciones de los instrumentos. De esta forma, la Tecnología debería ser capaz de satisfacer su importante promesa de aumentar la libertad humana positiva.

Según una famosa definición, compartida tanto por los partidarios del capitalismo (Benjamín Franklin) como por los defensores del socialismo (Karl Marx), «el hombre es un animal que produce instrumentos». Los antepasados de los seres humanos se distinguían de los otros animales por su habilidad para diseñar y usar instrumentos y artefactos, que les proporcionaban nuevas destrezas, habilidades y poderes. Después de un largo periodo, relativamente estable —la Edad de piedra—, interrumpido por la invención de la agricultura hace unos 10.000 años, la evolución cultural ha traído consigo nuevas Tecnologías con un grado de crecimiento exponencial. La Tecnología es así un fenómeno que parece ser ilimitado (*limitless*).

Hoy la Política Tecnológica (*technology policy*) se entiende a menudo como un sistema de organizaciones y actividades que distribuyen fondos públicos para estimular y apoyar la Investigación y el Desarrollo (I+D) en corporaciones industriales y en empresas. Podría pensarse que esa concepción centrada en el Estado ha quedado anticuada, que pertenece a la Era de las naciones con Economías de planificación central: ¿puede ser que un Estado liberal no necesite en absoluto una Política Tecnológica? ¿Por qué no quedarnos meramente en recoger los avances de la Tecnología, dejándola desarrollarse libremente?

En este trabajo daré argumentos en contra de esta conclusión. El desarrollo de la Tecnología no es sólo un fenómeno económico, un negocio en la Economía de mercado, sino que sus efectos llegan a toda la Cultura y a la Sociedad. En la Sociedad moderna, basada en gran medida en los resultados económicos del progreso tecnológico, nos hemos dado cuenta que, lamentablemente, el hombre es un animal que causa daño y es derrochador. Debido a sus efectos en la Naturaleza y en el entorno social, la Tecnología debería estar limitada, controlada y dirigida de alguna manera. Este es el cometido de la Política Tecnológica.

La viabilidad de la Política Tecnológica depende de la naturaleza de la Tecnología, sus pautas de cambio, sus condicionantes y sus límites. Mantengo que la Tecnología es un tipo de actividad netamente política, que depende tanto de valoraciones humanas (*valuations*) como de la influencia de los valores sociales (*values*). Por eso, un Estado racional liberal necesita más Política Tecnológica, en vez de menos. Un punto principal debería estar en los métodos democráticos y en los procedimientos de decisión que permiten a los ciudadanos participar en la valoración (*assessment*) y control del cambio tecnológico. El progreso tecnológico debería basarse en la verdad científica objetiva (*objective scientific truth*) acerca de las propiedades fácticas y las capacidades de los instrumentos, así como en valores éticos humanísticos (*humanistic ethical values*) que conciernen a los objetivos deseables (*desirable aims*) y a las funciones de los instrumentos. De esta forma, la Tecnología debería ser capaz de satisfacer su importante promesa de aumentar la libertad humana positiva.

1. ¿Está la Tecnología fuera de control?

El progreso tecnológico es un factor central que influye en las economías industrializadas. La investigación y el desarrollo basado en la Ciencia constituyen fuerzas productivas. Esta situación no está cam-

biando en la Sociedad «post-industrial» o «post-capitalista» con la Gran Ciencia, la Tecnología más avanzada, la Tecnología de la información, los ordenadores, la automatización de la producción, los medios de comunicación social y las industrias de contenidos [específicos o cualificados]. La Tecnología sigue siendo la fuente de riqueza y de competitividad de las naciones. Resulta, por tanto, natural que la mayor parte de los países desarrollados hayan establecido sistemas nacionales de *Política Científica y Tecnológica*, para promover e impulsar la invención y la innovación tecnológicas. Y, para conseguir más poder en esta tarea, países pequeños han unido sus fuerzas para construir unidades políticas y económicas más grandes, tales como la Unión Europea.

Por otra parte, la Tecnología tiene también efectos apreciables sobre el entorno natural y social. Muchos de ellos han sido no intencionales, producto del empleo de nuevas máquinas y técnicas instrumentales. Nadie, salvo visionarios como Karl Marx y Charles Chaplin, podía prever las consecuencias sociales revolucionarias del motor de vapor, la máquina de coser, el trabajo en cadena en las factorías, los automóviles y los ordenadores. Los efectos dañinos de nuestro estilo de vida tecnológico en el estado de la Naturaleza (tales como la pérdida de recursos, la contaminación del aire y del agua, el efecto invernadero, etc.) sólo han sido constatados en las últimas décadas. Los científicos del Club de Roma han mantenido que hay límites para el crecimiento; han surgido movimientos ecologistas para conservar la Naturaleza y proteger la vida; y muchos gobiernos han apoyado la meta de desarrollo sostenido (cfr. Niiniluoto, 1994).

Resulta claro de esta forma que hay una urgente necesidad de *control* del cambio tecnológico, tanto para promoverlo e impulsarlo en las direcciones rentables como para evaluar sus efectos e impedir su desarrollo peligroso.

Ambas tareas —impulso y evaluación— presuponen que la Tecnología está bajo control humano. Esta posición puede llamarse *voluntarismo tecnológico* (*technological voluntarism*), en cuanto que la aparición y el cambio en la Tecnología depende de la voluntad humana, es decir, que puede estar influida y dirigida por la evaluación (*evaluation*) humana y su intervención.

Hay tendencias poderosas en Filosofía de la Tecnología que niegan el voluntarismo. Se basan, normalmente, en la idea según la cual la Tecnología ha llegado a ser un sistema independiente o un monstruo que sigue su propia «lógica interna» y dirige sus «imperativos tecnológicos» a nosotros. Tal *determinismo tecnológico* (*technological determinism*) ha sido formulado por Jacques Ellul (1964) como si fuera un

cuadro tétrico. En una versión más suave, Langdon Winner (1977) ha defendido la tesis de que la Tecnología se ha convertido en «autónoma» y determina la Política en la actualidad, en lugar de ser al revés. Pero el determinismo también ha sido defendido por los portavoces de la *Tecnocracia (technocracy)*, quienes sugieren que, para los ciudadanos normales, es sencillamente mejor aceptar y seguir pasivamente el consejo de los expertos técnicos, quienes saben a dónde va la Tecnología a tenor de sus propias necesidades internas.

Junto al voluntarismo y el determinismo, la tercera orientación destacada consiste en sostener el indeterminismo; [es mantener] que el cambio tecnológico es caótico e impredecible. Una formulación de esta postura es el *decisionismo (decisionism)*: las elecciones de valores son arbitrarias, subjetivas y situacionales. Esta posición es, de hecho, una versión extrema de voluntarismo. Jurgen Habermas (1970) la critica, defendiendo la posibilidad de un discurso racional sobre los valores.

Otra expresión de la índole «contingente» y «heterogénea» de la Tecnología es el enfoque *constructivista (constructivist)* en los Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-studies*). Wiebe Bijker y John Law (1992) sugieren que la «Sociotecnología» (*sociotechnology*) constituye un «tejido sin costura alguna (*seamless web*)», donde la Sociedad y la Tecnología no pueden (o no deberían) ser distinguidos desde el principio, ya que uno de ellos no domina al otro. En concreto, esto quiere decir que, para la evolución de los proyectos tecnológicos, no hay trayectorias predeterminadas (cfr. Bijker, 1995)

Pienso que cada uno de estos tres enfoques tienen sus aportaciones y méritos (véase Niiniluoto, 1990), pero no describen algo inherente a la naturaleza que la Tecnología tiene independientemente de nosotros. El voluntarismo ingenuo es, ciertamente, pura ilusión. En primer lugar, no se da el caso que lo deseado por nosotros sea posible en Tecnología: la invención y la innovación [tecnológicas] están condicionadas por su posibilidad física y económica². En segundo término, la Tecnología es un poderoso sistema social que tiene un poder coercitivo —en el sentido de Émile Durkheim— sobre nosotros. El desarrollo tecnológico nos presenta sus «imperativos», pero están siempre condicionados al valor de algunas premisas (sobre lo que resulta deseable o lo que convendría evitar); y, por tanto, tenemos siempre la opción de desobedecerlos. Aun cuando el progreso en Tecnología pueda tener algún grado de influencia sobre nuestras metas (*goals*) y valores, nuestras elecciones no necesitan ser aleatorias, carentes de propósito o determinadas externamente, puesto que las necesidades sociales y los fines (*ends*) [de la Sociedad] han de ser tratados pública y libremente en una comunidad

democrática. Considero que hemos de reconocer que es una cuestión de decisión política de envergadura el si *permitimos* a la Tecnología el desarrollarse de modo determinista o de una manera caótica, o si deseamos encontrar formas democráticas para evaluarla y controlarla.

2. Democracia, liberalismo y libertad

La perspectiva tecnocrática somete el poder de la Sociedad a una elite, que se asume guía a los otros a tenor de su pericia (*expertise*), sin elección de valores y compromisos. Otro reto a la Democracia surge de la posición que admite que el cambio tecnológico está cargado de valores (*value-laden*), pero sostiene que estos valores pueden ser conocidos objetivamente por una elite filosófica, que puede establecer para otros lo que es realmente bueno y correcto. Esta postura, que ya había sido planteada por Platón, ha reaparecido recientemente como objetivismo de los valores (*value objectivism*) en Filosofía medioambiental (véase Skolimowski, 1981).

Resulta concebible que, algún día, los «imperativos ecológicos» lleguen a pesar tanto que el modelo occidental de Democracia sea incapaz de hacerles frente. Este no es un tema para abordarlo este trabajo, que está enfocado hacia la perspectiva de una Política Tecnológica en un *Estado liberal democrático*. En ese Estado, los ciudadanos disfrutan de libertad personal y de derechos. Se les permite tener distintas preferencias, y poseen procedimientos sistemáticos para garantizar que las diferentes valoraciones (*valuations*) se tienen en cuenta en la toma de decisiones social. También la Economía de mercado es, en cierta medida, una piedra angular del Estado liberal. Pero estas condiciones dejan todavía abiertas muchas formas alternativas de construir el Estado democrático.

Los debates políticos modernos se han centrado en las relaciones entre el Estado y los ciudadanos individuales. Las tradiciones platónicas, hegelianas y marxistas ven al Estado como una especie de superindividuo que es más real e importante que sus miembros individuales. Los hegelianos hacen la distinción entre la familia, la sociedad civil y el Estado. La sociedad civil (*bürgerliche Gesellschaft*) es el dominio de la vida social donde los individuos intervienen como portadores individuales de derechos; al buscar [cubrir] sus necesidades, su éxito requiere cooperación. Aquí Hegel sigue la postura aristotélica, según la cual el hombre no es un atomista ser individual sino un ser social,

un «animal político» cuyas potencialidades sólo pueden desarrollarse plenamente en un Estado.

La concepción moderna individualista del ser humano condujo, primero, a la vuelta a la doctrina de Trasímaco³, según la presenta Platón en *La República*: la Justicia no es otra cosa «que la primacía del más fuerte». Para Maquiavelo, un Príncipe sin principios consigue poder y prosperidad para sí mismo mediante la explotación de sus adversarios. Hobbes sugirió que, en el estado natural, «el hombre es un lobo para otro hombre» y que, por eso, la tarea del Estado es proteger a los ciudadanos de otros ciudadanos. La tradición de Democracia liberal, desde Locke a Stuart Mill, llevó a [formular las] ideas de derechos políticos especiales (tales como el libre pensamiento o el sufragio universal), expresados en declaraciones, leyes y Constituciones de los Estados nacionales.

El modelo nórdico de Sociedad del bienestar es una especie de compromiso entre las tradiciones hegeliana y la liberal. Incluye una idea de Estado fuerte, basado en una Constitución democrática, y un extenso sector público que cuida de las estructuras de seguridad, las pensiones y muchos otros servicios de bienestar social, al servicio de todos los ciudadanos. Pero el modelo nórdico, junto al sector público —centrado en el Estado— y el privado —las empresas—, también ha dejado espacio para un amplio «tercer sector». En contraste, el modelo católico de bienestar social ha puesto más énfasis en la familia y en la Iglesia, mientras que el modelo americano descansa en gran medida en seguros privados y en el Mercado.

A partir de los años 80, muchos países occidentales han estado batallando con los problemas de la Sociedad del bienestar, y las concepciones *marcadamente liberales (libertarian*⁴) de la nueva derecha han influido fuertemente en sus políticas. La desregulación, los recortes en el sector público, la comercialización, la privatización, la responsabilidad individual, la iniciativa, y la mentalidad empresarial son los remedios sugeridos frente a las tendencias «protectoras» y «paternalistas» de la Sociedad del bienestar.

Ese nuevo enfoque liberal (*libertarian*) entiende la libertad en sentido negativo, como ausencia de condicionantes. A esta postura se le llama a menudo «neoliberal», aun cuando parece ser básicamente una antigua doctrina, una repetición de las ideas del darwinismo social del S. XIX: la Sociedad como un todo es vista como un campo de lucha sin piedad y de competición egoísta, donde sobrevive el más fuerte y mejor adaptado. Esta posición insiste en la voluntad de poder del hombre. El papel del Estado sería mínimo: su tarea como «vigilante nocturno»

(Nozick) consiste en asegurar que se mantienen las condiciones de la libre competencia.

Hoy el Estado del bienestar es criticado con frecuencia por excesivo paternalismo y [afán de] dominio, que somete a sus ciudadanos a servidumbre. Esta crítica neoliberal confunde dos nociones de libertad: la *libertad negativa* («libertad de»), la ausencia de condicionantes y prohibiciones; y la *libertad positiva* («libertad para»), la posibilidad y capacidad de hacer algo. (Feinberg, 1971, ha argumentado que hay un único concepto de libertad, puesto que la libertad positiva puede ser definida como la ausencia de condicionantes negativos. Pero pienso que es artificial describir, por ejemplo, la riqueza como la ausencia de la carencia de dinero). Los derechos fundamentales de los ciudadanos en las Democracias liberales occidentales incluyen muchas libertades definidas negativamente, tales como libertad de expresión, de libre pensamiento, de libre comercio, etc. La visión neoliberal se reduce a este dominio de derechos. Por otra parte, la Sociedad del bienestar también se caracteriza por principios de libertad positiva, tales como los derechos a la educación, al trabajo, a la atención a los niños, a la ayuda a los ancianos y a la asistencia médica. La existencia de tales derechos da oportunidades y capacidades a los ciudadanos (cfr. Nussbaum y Sen, 1993). Es, desde luego, un asunto importante [la pregunta sobre] cuál es la amplitud del dominio de la libertad positiva que puede conseguir garantizar una Sociedad; pero constituye un error propagandístico llegar a considerar que tales libertades o derechos serían ejemplos de dominación y servidumbre.

Una organización social puede ser evaluada (*evaluated*) sobre dos bases. La primera: ¿es eficaz (*effective*) para alcanzar los resultados esperados, y lleva a cabo esta tarea de una *manera eficiente* (*efficiently*), en el sentido de coste-beneficio? La segunda: ¿es justa o, al menos, más justa que sus alternativas? A mi juicio, en este último aspecto (cfr. Rawls, 1971), la Sociedad democrática del bienestar se adecúa mejor que la neoliberal (*libertarian*), en cuanto que reduce las cuestiones de justicia a la libertad negativa y a la eficiencia (*efficiency*) del mercado. Además, la Sociedad del bienestar puede, en su conjunto, ser incluso más efectiva que su rival para producir bienes individuales y colectivos (cfr. Niiniluoto, 1995a).

La mecánica política consistente en someter al entero sector público a una medida en términos de eficiencia, entendida como coste-beneficio, se ha probado que es problemática en muchos casos (p. ej., en la Universidad, el ejército, la policía o la escuela): los «resultados» deseados son difíciles de definir y de contabilizar; los costes reales (incluyendo

el incremento en la mano de obra, la burocracia, el desempleo, la inseguridad ciudadana o la violencia) son difíciles de contar. La transformación de los entes públicos y las instituciones estatales en empresas privadas (p. ej., de correos o de los trenes) ha traído consigo una disminución de los servicios y una menor calidad de vida.

Un reto singular es analizar las condiciones de la Economía de mercado. A veces se traza una distinción entre capitalismo y Economía de mercado. *Capitalismo* es el sistema económico que permite la empresa privada e impulsa a una desconsiderada competencia egoísta en favor de la ventaja propia. La *Economía de mercado*, por otra parte, vería la competencia económica como un medio para el bien común (como en el supuesto de Adam Smith sobre la mano invisible). La libre competencia económica significaría [entonces] libertad respecto de la manipulación (p. ej., por las grandes compañías internacionales). Además, la Economía de mercado debería estar basada en principios concierne a las responsabilidades éticas de las empresas económicas con respecto al consumidor y al entorno natural y social. Hablar de «libre comercio», que es potencialmente engañoso, debería ser sustituido por la expresión *comercio justo* (*fair trade*).

3. Ciencia y Tecnología en el mercado libre/justo

Diferentes concepciones de liberalismo pueden conducir a diversas soluciones respecto de las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y el mercado.

Para un neoliberal (*libertarian*), la Tecnología debería ser vista como un medio de producir y distribuir las mercancías en el mercado libre. El cambio tecnológico es explicado primeramente mediante un modelo de un «tirón de la demanda» (*demand pull*). Las empresas, basadas en la propiedad privada, producen los bienes con el objetivo (*aim*) de maximizar el beneficio, y los consumidores tienen plena libertad para realizar sus elecciones, de acuerdo con sus necesidades y preferencias. Al decidir comprar las mercancías, los consumidores actúan como si estuvieran votando por productos tecnológicos alternativos, de modo que el proceso como un todo parece cumplir además el ideal de la Democracia.

La Ciencia, tanto la investigación básica «estratégica» como la investigación aplicada, sirve de fundamento para el desarrollo tecnológico, tal como ha sido resaltado por los modelos de cambio tecnológico basados en «el empujón de la Ciencia (*science push*)». Para el neoliberal (*li-*

bertarian), esto motiva el tratamiento de la investigación científica y la educación superior como «inversiones» que deben producir beneficios económicos a corto plazo o, al menos, no a un plazo demasiado largo. Esto quiere decir que tanto la Política Científica como la Política Tecnológica se interpretan como partes de la estrategia económica concerniente al comercio y la industria. Por ejemplo, el Consejo finlandés de Política Científica y Tecnológica, en su documento programático *Hacia una Sociedad innovadora (Towards an Innovative Society, 1993)*, [que presenta] una estrategia para Finlandia como «país de conocimiento y de competencia», utiliza el concepto económico de 'sistema de innovación' para implugar la necesidad de promover I+D [investigación más desarrollo] en Finlandia.

Cuando la Tecnología es vista como un instrumento eficaz para la Economía nacional, en un enfoque puramente neoliberal (*libertarian*), con su [característico] escepticismo respecto del Estado, esto no funciona demasiado bien en la práctica, a pesar de todo. Resulta que hay un punto óptimo de intervención del Estado, en la forma de subvención pública y de financiación, que hace continuar el avance de la invención tecnológica y de la innovación, incluso en las empresas privadas. De modo semejante, la formación científica y la investigación básica son demasiado importantes para las naciones modernas como para ser dejadas por completo a merced del mercado. Por estas razones, pensadores neoliberales no extremistas, como James Buchanan (1986), están abiertos a permitir que el Estado financie «la empresa de la Ciencia» como un bien público (véase Loukola, 1995).

También puede verse el influjo neoliberal en el enfoque competitivo, actualmente en boga, acerca de la Investigación científica y la Educación. El éxito de la Ciencia no se mide primariamente por los indicadores económicos, sino en términos cuantitativos que recogen los números de publicaciones y [la frecuencia] de menciones bibliográficas (*citations*). La Ciencia es vista como un deporte donde la competición es entre investigadores individuales, grupos de investigación, Departamentos, Institutos [de investigación], Universidades y naciones. La investigación y las Universidades deberían estar orientadas a metas, ser eficaces a tenor de la relación coste-beneficio, estar dirigidas con sentido empresarial y ser responsables en esos términos. Esto lleva a lo que podría llamarse *estrategia de Mateo (Matthew strategy)* en Política Científica: ¡da más a aquellos que ya tienen, y quítales a aquellos que tienen menos! (Utilicé por vez primera esa expresión en 1984, en analogía con la expresión descriptiva 'efecto de Mateo' de Merton (1973); véase Niiniluoto, 1987).

John Ziman ha descrito la tendencia reciente en Política Científica como un cambio desde el *ethos* mertoniano de la Ciencia —Cáncer comunal, Universal, Desinteresado, Original y Escéptico (CUDOE)⁵— al nuevo criterio de funcionamiento en la Ciencia: con Propietario, índole Local, Autoritario, Comisionado y de Expertos (PLACE). Ziman observa que las normas de CUDOE han servido para garantizar el progreso y la productividad en la Ciencia, al haber dejado espacio para la creatividad personal, para la apertura al debate y la actitud de acogida (*hospitality*) hacia la novedad. Ilustra de modo vívido cómo los nuevos principios de PLACE se llevan a cabo en la nueva organización de la Gran Ciencia —global y nacional—, en los programas de investigación de la Unión Europea, en los contratos de investigación entre las Universidades y las industrias, y en los cambios de las condiciones para las carreras (*careers*) científicas. Y plantea una cuestión importante: si éste sistema reformulado sigue siendo capaz de sostener el progreso del conocimiento científico. Argumenta que muchas de las nuevas prácticas están «tan mal juzgadas que pueden causar un daño perdurable a la salud de la Ciencia y a su eficacia como institución social» (p. 252). En concreto, la «examinabilidad» pone el énfasis en los aspectos de la Ciencia más reductivamente instrumentales y [en cambio] es desfavorable respecto de la genuina originalidad científica. La «evaluación» es contraproducente, si se lleva a cabo demasiado frecuentemente. La índole «selectiva» (*selectivity*) refuerza el efecto de Mateo (*Matthew effect*) y conduce, a menudo, a decisiones arbitrarias que «bloquean el funcionamiento de investigación pequeñas pero atractivas». La idea de propiciar «trabajadores de investigación entrenados», como un tipo de «mano de obra», devalúa el compromiso personal que motiva a los buenos científicos. La «explotación» de la investigación académica lleva al «patronazgo comercial de la Universidad». El énfasis en las «prioridades» es una seria amenaza a la integridad y credibilidad de las Ciencias Sociales. La excesiva «competición» mina el espíritu comunitario de la investigación. La «gestión empresarial» conduce a políticas burocráticas de idas y venidas, que son incompatibles con la autonomía personal y departamental.

Desde un punto de vista global, pienso que hay razones para coincidir con el análisis de Ziman, pero con tres puntualizaciones. Primera, Ziman insiste en exceso en el «individualismo» de un caso frente a la mentalidad «corporativa» o «colectiva» del otro. La Ciencia ha estado basada siempre en la cooperación dentro de la comunidad científica, al menos desde el siglo XVII. Segundo, el trabajo creativo dentro de las Universidades humboldtianas puede muy bien ser altamente pro-

ductivo en términos cuantitativos. Tercero, la estrategia de construir «Centros de excelencia» puede resultar útil para la entera comunidad científica, y es por eso justificable mediante el principio de la diferencia de Rawls.

A mi juicio, el mejor modo de defender filosóficamente la autonomía e integridad de la investigación científica, frente a la reducción a los principios comerciales de la Política Tecnológica, lo proporciona el realismo científico (véase Niiniluoto, 1984) y las distinciones conceptuales entre Ciencia y Tecnología (cfr. Niiniluoto, 1997), por un lado, y entre investigación básica e investigación aplicada, por otro (cfr. Niiniluoto, 1993). Un paso en esa misma dirección lo da Timo Airaksinen (1995) en su estudio del papel de las «virtudes teoréticas» (*theoretical virtues*) en la práctica profesional de la Ciencia (tales como sabiduría, creatividad, claridad, coherencia y crítica), y su diferenciación respecto de las «virtudes franklinianas» para financiar la Ciencia y las «virtudes maquiavélicas» para beneficiarse de la Ciencia.

No cabe disponer con facilidad del apoyo de otras fuentes potenciales. Los comunitaristas, que han señalado de manera crítica los principios éticos estrechamente individualistas y egoístas [de la nueva tendencia *libertarian*], son manifiestamente escépticos acerca de las perspectivas de la Ciencia y de la Ilustración (cfr. Hellsten, 1995).

En los Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-studies*), la posición actualmente más popular es que «el conocimiento científico no tiene privilegio para proclamar la verdad», que todas las teorías y los sistemas de creencias tienen «una huella epistemológica común», que los científicos no son los guardianes del conocimiento objetivo sino «cerebros contratados que tienen intereses especiales y que se mueven activamente (*lobbyists*) por sí mismos» (véase Cozzens y Woodhouse, 1995). El mensaje de estos Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-Studies*) parece devastador: todo lo que pudieras temer que pueda ocurrir en la Ciencia es ya una realidad.

Estoy de acuerdo en que, al estudiar el papel de la Política para conformar la producción científica del conocimiento, es importante estar libre de prejuicios ideológicos de cualquier signo (*in any direction*). Pero la tesis, ahora popular, según la cual la Ciencia no tiene ventaja alguna racional o epistemológica respecto de otras prácticas de formación de creencias, se ha convertido, en cuanto tal, en un prejuicio en los Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-studies*). Si fuera verdad, ¿por qué habría de gastar la Sociedad dinero alguno en esa costosa actividad de la investigación, si es más rápido y barato consultar a quienes vaticinan el futuro usando bolas de cristal y las cartas del tarot?

4. ¿Qué condiciona a la Ciencia y a la Tecnología?

Según el *realismo científico*, la meta de la investigación científica es conseguir información verdadera o verosímil acerca de la realidad, y el progreso en la Ciencia se define a tenor del éxito relativo de las teorías científicas en esta tarea (véase Niiniluoto, 1984, 1995b). Los resultados de la investigación son falibles y revisables. Las «utilidades epistémicas» básicas en la aceptación provisional de las hipótesis científicas son factores cognoscitivos tales como la verdad, la información, el poder explicativo, la capacidad predictiva, la precisión y la simplicidad. Esos criterios también son relevantes en la Ciencia aplicada (cfr. Niiniluoto, 1993), que busca conocimiento instrumental que tenga aplicaciones significativas de índole práctica y, en consecuencia, valor comercial en el mercado.

La postura *pragmatista* considera la Ciencia como solucionadora de problemas en lugar de actividad buscadora de la verdad (Laudan, 1977). Según Rescher (1984), la Ciencia es realista «en su intención», pero sus logros o su progreso ha de ser definido en términos de su éxito creciente en el control o «dominio físico de la Naturaleza». El realista discrepa aquí del pragmatista: ése éxito pragmático es, a lo sumo, un indicador de éxito cognoscitivo. Más aún, puede haber éxito cognoscitivo genuino que no lleve a aplicaciones prácticas: toda la Ciencia no es reducible a investigación aplicada.

Ahora bien, el realista y el pragmatista pueden estar de acuerdo en que la investigación científica es, en principio, ilimitada: que la Ciencia puede progresar indefinidamente, puesto que la realidad es inagotable para las teorías humanas. También pueden coincidir en los condicionantes principales de la indagación. En la medida en que se emplean métodos de investigación científica, los resultados están condicionados por lo que es *verdad* y por el tipo de *prueba empírica (evidence)* de la que se dispone. Además, la investigación científica siempre tiene lugar en un contexto social que influye en su organización, orientación y, a veces, incluso en el contenido del conocimiento. Por ejemplo, puede haber restricciones éticas o políticas para coleccionar una serie de pruebas empíricas relevantes (p. ej., la experimentación con seres humanos y animales). En concreto, la indagación tiene costes y está, por tanto, limitada por potenciales *económicos*, tales como las decisiones sobre distribución de fondos para investigar problemas o áreas (véase Rescher, 1984). Esas decisiones pertenecen a los asuntos ordinarios a tratar en las Políticas Científicas nacionales.

El campo legítimo de la Política Tecnológica es por completo diferente del [ámbito] de la Política Científica. La Tecnología no proporciona conocimiento como la Ciencia, sino que más bien diseña nuevos artefactos, instrumentos y máquinas. Tales productos no tienen valores de verdad, sino que nos dan, en cambio, nuevos poderes o capacidades para la acción. Utilizando una distinción de Skolimowski (1966, 1968; cfr. Niiniluoto, 1990), podemos decir que la invención de un nuevo artefacto abre una *posibilidad técnica*. Resulta patente que esa posibilidad técnica ha de ser posible físicamente (esto es, compatible con las leyes de la Naturaleza), de modo que, por ejemplo, la máquina de movimiento perpetuo no es posible técnicamente. Las capacidades de los instrumentos técnicos pueden tener también sus límites superiores, que proceden de cuestiones de complejidad: junto a otras limitaciones de situación (cfr. Dreyfus, 1972), un ordenador no puede computar los valores de funciones no recursivas. Cada posibilidad física ha de ser, a su vez, posible lógicamente. El proceso de innovación (en el sentido de Schumpeter) transforma entonces algunas de las posibilidades técnicas en *posibilidades productivas*, que son rentables económicamente como mercancías en el mercado.

En suma, los productos de la Tecnología no están condicionados por la verdad del mismo modo que los contenidos del conocimiento, sino por *lo posible* en términos físicos, computacionales y económicos. Esto deja todavía un amplio margen de libertad, que hace a la Tecnología «cargada de valores» (*value-laden*) en un sentido diferente de la Ciencia. Al producir realidades artificiales, la Tecnología puede tomar varios caminos alternativos. Tales trayectorias evolutivas (p. ej., las sucesivas modificaciones y mejoras de proyectos tecnológicos como las bicicletas o los tractores agrícolas; cfr. Dosi, 1982) han sido comparadas a los Programas de investigación científica de Lakatos (Niiniluoto, 1984), y algunos de los saltos más importantes hacia nuevas trayectorias son comparables a «cambios de paradigmas» o revoluciones científicas. En general, el curso del cambio tecnológico está guiado por las necesidades humanas y las metas (*goals*) políticas, pero no se encuentra predeterminado por tales factores (cfr. Bijker, 1985), puesto que son también capaces de influir en los valores humanos a través del escalonamiento de las necesidades y la aceptación de niveles de aspiración. Por tanto, los criterios racionales para la aceptación de productos tecnológicos son distintos de las utilidades epistémicas de la Ciencia (como se ve en el punto siguiente). El valor comercial en el mercado es uno de esos factores; incluso en nuestra Sociedad el criterio primario para la innovación y la difusión se pone en los ciclos de vida de los artefactos.

Pero no necesita ser el único factor relevante. Esta es una cuestión básica de valoración (*assesment*) de la Tecnología.

5. Hechos y valores en la evaluación tecnológica

Alex Michalos (1983) ha argumentado que es inútil e, incluso, peligroso apelar a la distinción entre hecho y valor en la evaluación tecnológica. Una desconstrucción de esa distinción también se da a través del enfoque constructivista. Descarta el uso de hechos acerca de artefactos como explicaciones de cómo funcionan: las máquinas trabajan porque han sido escogidas por grupos sociales relevantes (véase Latour, 1987; Bijker, 1995; para una crítica, vid Niiniluoto, 1997).

A mi juicio, es de la máxima importancia hacer una clara distinción entre las propiedades objetivas de un artefacto y los criterios de valor en su evaluación. Por ejemplo, un automóvil tiene una forma y un color, su motor tiene una eficiencia (*efficiency*) medible en caballos de potencia. El comportamiento del automóvil (esto es, su habilidad para transportar personas o su velocidad punta) está en función de estos hechos (véase Sahal, 1987). Sin duda, estas propiedades son resultado del diseño, y, en este sentido, depende de nuestras decisiones, pero, una vez que el automóvil ha sido fabricado, son hechos tan objetivos como el color de un pájaro y el material que constituye un árbol. De modo semejante, las «normas técnicas» vistas en la investigación aplicada tienen un contenido fáctico acerca de las relaciones entre medios y fines (véase Niiniluoto, 1993). La tarea de establecer hechos acerca de artefactos pertenece a los científicos y a los expertos tecnológicos.

Las propiedades de los artefactos las constituyen en *instrumentos* que pueden tener un *valor instrumental* relativo a los cometidos humanos. Cada artefacto tecnológico tiene una función buscada (*intended*), y su *efectividad* (*effectiveness*) o «bondad instrumental» (cfr. von Wright, 1963) depende de su habilidad para servir o cumplir esta función. Las funciones buscadas son, a veces, específicas (p. ej., una pala); otra, veces cuentan con una finalidad abierta (p. ej., un ordenador). Pueden ser relativas en términos culturales e históricos: un instrumento puede cambiar cuando es transferido a otro contexto social o cuando es situado dentro de una exposición en un museo.

Por su efectividad, los instrumentos tecnológicos muestran nuevos recursos y posibilidades de la acción humana. Por eso, incrementan el dominio de la *libertad humana positiva*. Ese aumento de la libertad puede ser una cosa buena o mala en relación con los valores humanos.

Tales posibilidades se crean al utilizar algunos recursos, y el uso de instrumentos tiene, también a menudo, subproductos no buscados y no deseados así como efectos colaterales. Además del mal uso de los instrumentos y de sus efectos dañinos sobre la Naturaleza y la Sociedad, tales subproductos incluyen riesgos crecientes (véase Shrader-Frechette, 1991). Esto sugiere un cálculo utilitario directo de la evaluación de proyectos tecnológicos mediante sus costes y beneficios.

Cada instrumento y la nueva posibilidad relacionada puede ser evaluado mediante varios criterios. Uno de ellos es el valor de intercambio monetario del producto o su beneficio *económico*, que es el dominio de las teorías económicas (cfr. Elster, 1983). Este es único criterio que se aplica de manera estandarizada cuando la Tecnología es vista como parte del mercado económico. Pero la efectividad y la economía no son las únicas facetas de la valoración tecnológica. Como productos de diseño, los artefactos tienen cualidades *estéticas*, estudiadas hoy en la Estética aplicada. Las relaciones de los instrumentos con la salud de sus usuarios es estudiada por la *Ergonomía*⁶. Las relaciones de las Tecnologías humanas con la conservación del entorno natural son tratadas en la *Ecología*. La Tecnología tiene también un impacto que es *social*, en sentido amplio (legal, institucional y político). Además, los instrumentos técnicos y sus efectos pueden ser siempre evaluados por estándares *éticos* que conciernen a su dignidad moral.

En la década de 1970, varios países industrializados de Occidente desarrollaron sistemas de valoración tecnológica (*Technological Assessment, TA*) para la evaluación a gran escala de proyectos tecnológicos (cfr. Durbin y Rapp, 1983). En Estados Unidos la oficina de valoración tecnológica (*Office of Technological Assessment, OTA*) se estableció en 1973 y se cerró a mitad de la década de 1990.

A veces los tecnólogos interpretan mal la naturaleza de la valoración tecnológica, porque creen que los indicadores numéricos son siempre «objetivos» y «neutros» desde el punto de vista de los valores. También tienden a ignorar aquellas dimensiones que no pueden cuantificar de manera nítida (véase Shrader-Frechette, 1983). Los mismos problemas son comunes al uso de indicadores numéricos de comportamiento del progreso científico: los números correspondientes a exámenes y a publicaciones son fáciles de calcular, y las cuestiones sobre calidad son fáciles de olvidar (véase Niiniluoto, 1987). Es mejor ver tales indicadores como intentos de expresar y articular valores. Hay asuntos específicos en la «medida» de cada dimensión de valoración (tales como valores estéticos o éticos), y es también, en último término, una cuestión de

valor el ver los niveles o el peso de las dimensiones relativas a cada una respecto de las otras. La situación es básicamente la misma en Ciencia y en Tecnología, aun cuando las utilidades epistémicas y tecnológicas relevantes difieren en cada una.

En un Estado democrático los ciudadanos tienen el derecho a decidir qué tanto por ciento del Producto Nacional Bruto se ha de gastar en Investigación y en Educación, y si los fondos públicos se distribuyen para investigación militar o para investigación sobre el SIDA. Sin embargo, en asuntos concernientes a la calidad científica y a la significación académica de la investigación, la comunidad científica debería tener autonomía dentro de la Sociedad en su conjunto, y debería funcionar como un sistema de expertos en lugar de como una democracia. Cuando se evalúa un proyecto científico o una publicación, los miembros de la comunidad científica no votan acerca de esta cuestión, sino que se busca al mejor experto en ese campo para dar una valoración. Esta es la idea básica de la *revisión por colegas* en la Ciencia.

Los expertos en Tecnología tienen también un papel especial para evaluar hechos sobre constructos tecnológicos y reglas, pero su tarea no es decidir las cuestiones de valor acerca del desarrollo de innovaciones tecnológicas. La estrategia decisionista podría conducir al modelo, de marcado carácter neoliberal, de delegar las decisiones sobre el uso de productos tecnológicos a los consumidores individuales. De hecho, esta idea populista devuelve fácilmente el poder a los tecnócratas, puesto que las necesidades y expectativas humanas están constantemente influidas por el *marketing* y la publicidad. Más aún, esto puede funcionar bien para algunos artefactos «inocentes»: cuando una persona racional elige su cepillo de dientes, no hay argumentos para ejercitar el paternalismo sobre esa decisión (véase Hayry, 1991). Y, en algunos casos, la racionalidad del mercado puede conducir a algunos resultados deseables, si los individuos tienen preferencias ilustradas (p. ej., compran gasolina sin plomo u otros «productos ecológicos»).

Pero la mayor parte de las mercancías no pertenecen al ámbito privado, en cuanto que pueden tener efectos perjudiciales medioambientales y sociales. Cuando resulta que un desodorante afecta a la capa de ozono, empieza a ser un instrumento peligroso. Como ha mostrado Liisa Uusitalo (1986), mediante la aplicación a la conducta del consumidor de modelos de «ir por libre» de Teoría de Juegos, lo que parece ser racional en términos individuales puede llevar a consecuencias irracionales para el conjunto, a no ser que se acepten condicionantes morales o legales para nuestras acciones. La mayor parte de nosotros aprobamos algunas restricciones sobre la venta de armas.

(Desafortunadamente, la lógica de Archie Bunker tiene todavía cierta popularidad: sugiere que, para evitar los secuestros, ¡cada pasajero debería llevar un arma en el avión!). Algunas decisiones acerca de desarrollos tecnológicos a gran escala son tan importantes socialmente y tan difíciles que son tomadas por cuerpos elegidos democráticamente. Por ejemplo, en Finlandia el Parlamento ha tomado la decisión de congelar el programa de construcción de plantas nucleares.

Los tecnólogos deberían sentir la responsabilidad por los usos y los efectos de sus inventos, y es importante que los ingenieros hayan llegado a un acuerdo sobre los códigos de Ética profesional. Deberían estar preparados para cooperar con otras profesiones que tienen pericia (*expertise*) en los diferentes dominios de valoraciones (*valuations*): los médicos y los psicólogos en Ergonomía; los diseñadores industriales y los arquitectos en Estética; los filósofos prácticos en Ética; los sociólogos y hombres de leyes en Estudios sociales; etc. Estas otras profesiones deberían jugar un papel importante, cuando la valoración tecnológica se organiza y se administra de una forma sistemática. Pero, a su vez, deberían estar dispuestos a cooperar con los profanos, que son los consumidores potenciales de instrumentos y métodos tecnológicos. Por ejemplo, en el desarrollo de métodos para el tratamiento del cáncer de pecho han de emplearse paneles de consumidores, incluyendo cirujanos y mujeres. En muchos asuntos acerca de calidad de vida, los ciudadanos corrientes son los mejores expertos acerca de sus propias actitudes y pareceres.

Stanley Carpenter (1983) ha argumentado que la valoración tecnológica, en cuanto programa, no es suficientemente radical, puesto que sus propios métodos de coste-beneficio descansan en ideas tecnológicas y utilitarias. Sugiere que la valoración tecnológica (*Technological Assessment, TA*) debería ser reemplazada por la Tecnología alternativa (*Alternative Technology, AT*), defendida por los «verdes», los movimientos medioambientales, y los partidarios de Tecnologías «apropiadas», «blandas» y «participativas». No veo que haya una contradicción real entre la valoración tecnológica y la Tecnología alternativa. Para promover procedimientos democráticos en Política Tecnológica (cfr. Shrader-Frechette, 1985), necesitamos la participación de muchos grupos interesados a diferentes niveles. Necesitamos consejos estatales y locales, organizaciones políticas, cooperación internacional, legislación sobre el tratamiento de residuos de la producción industrial, oficinas para proteger a los consumidores de la competencia desleal, capacidad de autorreflexión de las profesiones tecnológicas, enseñanza de la Ética para ingenieros, debate público sobre asuntos medioambientales, tratar los

valores de la vida sana, así como ciudadanos activos que trabajen en grupos libres y en sociedades.

En suma, la Política Tecnológica racional en un Estado democrático debería basarse en la cooperación entre los sectores público, privado y el «tercero». En este sentido, cabe esperar que la Tecnología pueda cumplir mejor su promesa de liberar positivamente a los seres humanos; y esto en términos de Macpherson (1983): no como «consumidores infinitos» y «apropiadores infinitos» a lo Bentham, dentro de la Sociedad capitalista, sino como «ejecutores y disfrutadores» —a lo Mill— de sus «poderes y capacidades», únicos en una Democracia liberal igualitaria.

Notas

¹ Texto leído el día 13 de marzo de 1997 en las *Jornadas sobre Progreso científico e innovación tecnológica*. La versión castellana es de Wenceslao J. González. Las notas son del traductor.

² Sobre este tema versa el punto 4: *¿Qué condiciona a la Ciencia y a la Tecnología?*

³ Este autor figura en el elenco de los principales sofistas griegos, junto con Protágoras, Gorgias, Hippias, Pródico, Antifonte, Caliclés y Critias.

⁴ En el contexto social americano, *libertarian* se emplea para designar a aquellos que resaltan el quehacer marcadamente *individual* en la Sociedad, dentro de una plena aceptación de la Economía de mercado. Es una acepción distinta a «libertario» del uso castellano, que está asociado normalmente al Anarquismo, con la consiguiente búsqueda del reemplazamiento del orden social existente.

⁵ En el original es CUDOS, debido al término inglés *Scepticism*.

⁶ Disciplina que atiende a las costumbres, hábitos o leyes del trabajo, las capacidades psicofísicas del hombre en el trabajo. Su dominio lo constituyen, por tanto, los aspectos fisiológicos, anatómicos y psicológicos del ser humano en el ambiente de trabajo.

Bibliografía

- AIRAKSINEN, T. (1995), «The Virtuous Face of the Ethics of Science», en GARSAPSKI, W. y AIRAKSINEN, T. (eds), *Science in Society*, pp. 13-26.
- BIJKER, W. E. (1995), *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- BIJKER, W. E. y LAW, J. (1992), *Shaping Technology/ Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- BUCHANAN, J. M. (1986), *Liberty, Market and the State: Political Economy in the 1980s*. Oxford University Press, Oxford.
- BUGLIARELLO, G. y DONER, D. B. (eds) (1979), *The History and Philosophy of Technology*. University of Illinois Press, Urbana.

- CARPENTER, S. (1983), «Technoaxiology: Appropriate Norms for Technology Assessment», en DURBIN, P. y RAPP, F. (eds), *Philosophy and Technology*, pp. 115-136.
- COZZENS, S. E. y WOODHOUSE, E. J. (1995), «Science, Government, and the Politics of Knowledge», en JASANOFF, S., MARKLE, G. E., PETERSEN, J. C. y PINCH, T. (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*. Sage, Londres, pp. 533-553.
- DOSI, G. (1982), «Technological Paradigms and Technological Trajectories», *Research Policy*, v. 11, pp. 147-162.
- DREYFUS, H. (1972), *What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason*. Harper and Row, N. York.
- DURBIN, P. y RAPP, F. (eds) (1983), *Philosophy and Technology*. D. Reidel, Dordrecht.
- ELLUL, J. (1964), *The Technological Society*. Alfred A. Knopf, N. York.
- ELSTER, J. (1983), *Explaining Technical Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FEINBERG, J. (1971), *Social Philosophy*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- GARSPARSKI, W. y AIRAKSINEN, T. (eds) (1995), *Science in Society*. IFIS Publishers, Varsovia.
- HABERMAS, J. (1970), *Toward a Rational Society*. Beacon Press, Boston.
- HAYRY, H. (1991), *The Limits of Medical Paternalism*. Routledge, Londres.
- HELLSTEN, S. (1995), «The Communitarian Approach to Science in Society», en GARSPARSKI, W. y AIRAKSINEN, T. (eds), *Science in Society*, pp. 27-43.
- JASANOFF, S., MARKLE, G. E., PETERSEN, J. C. y PINCH, T. (eds) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*. Sage, Londres.
- LATOUR, B. (1987), *Science in Action*. Open University Press, Milton Keynes.
- LAUDAN, L. (1977), *Progress and Its Problems*. Routledge and Kegan Paul, Londres.
- LOUKOLA, O. (1995), «On Libertarian Science Policy: Does Science Need Nurturing?», en GARSPARSKI, W. y AIRAKSINEN, T. (eds), *Science in Society*, pp. 51-64.
- MACPHERSON, C. B. (1983), «Democratic Theory: Ontology and Technology», en MITCHAM, C. y MACKEY, R. (eds), *Philosophy and Technology*. The Free Press, N. York, pp. 161-170.
- MERTON, R. S. (1973), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. The University of Chicago Press, Chicago.
- MICHALOS, A. (1983), «Technology Assessment, Facts and Values», en DURBIN, P. y RAPP, F. (eds), *Philosophy and Technology*, pp. 59-81.
- NIINILUOTO, I. (1984), *Is Science Progressive?* D. Reidel, Dordrecht.
- NIINILUOTO, I. (1987), «Can Evaluation Be Applied in Universities?», *Tiedepolitiikka*, n. 3, pp. 11-18.
- NIINILUOTO, I. (1990), «Should Technological Imperatives Be Obeyed?», *International Studies in the Philosophy of Science*, v. 4, pp. 181-187.
- NIINILUOTO, I. (1993), «The Aim and Structure of Applied Research», *Erkenntnis*, v. 38, pp. 1-21.
- NIINILUOTO, I. (1994), «Nature, Man, and Technology - Remarks on Sustainable Development», en HEININEN, L. (ed), *The Changing Circumpolar North: Opportunities for Academic Development*. Arctic Centre Publications 6, Rovaniemi, 1994, pp. 73-87.
- NIINILUOTO, I. (1995a), «Principles of Justice, Law, and Welfare Society», en PAASIVIRTA, E. y RISSANEN, K. (eds), *Principles of Justice and the Law of the European Union*.

- Publications of the Helsinki University Institute of International Economic Law, Helsinki, pp. 5-22.
- NIINILUOTO, I. (1995b), «Is There Progress in Science?», en STACHWOCIAK, H. (ed), *Pragmatik Handbuch Pragmatischen Denkens*. F. Meiner, Hamburgo, pp. 30-58.
- NIINILUOTO, I. (1997), «Ciencia frente a Tecnología: ¿diferencia o identidad?», *Arbor*, v. 157 n. 620, pp. 285-299.
- NUSSBAUM, M. y SEN, A. (eds) (1993), *The Quality of Life*. Oxford University Press, Oxford.
- RAWLS, J. (1971), *A Theory of Justice*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- RESCHER, N. (1984), *The Limits of Science*. University of California Press, Berkeley.
- SAHAL, D. (1987), *Patterns of Technological Innovation*. Addison - Wesley, Reading.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (1983), «Technology Assessment and the Problem of Quantification», en DURBIN, P. y RAPP, F. (eds), *Philosophy and Technology*, pp. 151-164.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (1985), «Technology Assessment, Expert Disagreement and Democratic Procedures», en DURBIN, P. (ed), *Research in Philosophy and Technology*. JAI Press, Greenwich, CT, pp. 103-129.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (1991), *Risk and Rationality: Philosophical Foundations for Populist Reforms*. University of California Press, Berkeley.
- SKOLIMOWSKI, H. (1966), «The Structure of Thinking in Technology», *Technology and Culture*, v 7, pp. 371-383.
- SKOLIMOWSKI, H. (1968), «On the Concept of Truth in Science and in Technology», en: *Akten des XIV Internationalen Kongresses für Philosophie*. Verlag Herder, Viena, pp. 553-559.
- SKOLIMOWSKI, H. (1981), *Eco-Philosophy*. Marion Bayars, Boston.
- UUSITALO, L. (1986), *Environmental Impacts of Consumption Patterns*. Gover, Aldershot.
- VON WRIGHT, G. H. (1963), *The Varieties of Goodness*. Routledge and Kegan Paul, Londres.
- VV. AA. *Toward an Innovative Society: A Development Strategy for Finland*. Science and Technology Policy Council of Finland, Helsinki, 1993.
- WINNER, L. (1977), *Autonomous Technology*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- ZIMAN, J. (1994), *Prometheus Bound: Science in a Dynamic Steady State*. Cambridge University Press, Cambridge.