

Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad? ¹

Ilkka Niiniluoto

Arbor CLVII, 620 (Agosto 1997), 285-299 pp.

Se argumenta en este trabajo que hay una importante diferencia conceptual entre Ciencia y Tecnología. En cuanto partes integrantes de la Cultura y la Sociedad humanas, la Ciencia y la Tecnología se encuentran hoy en un estado de mutua interacción dinámica, pero se dan diferencias en sus objetivo (aims), resultados y pautas de desarrollo. Por eso, hay también divergencias significativas entre la Política científica (science policy) y la Política tecnológica (technological policy). Esta conclusión está en desacuerdo con la reciente moda de usar el término «Tecnociencia» (technoscience) en los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (STS-studies). También se hacen aquí algunos comentarios críticos acerca del tratamiento constructivista social de la «Sociotecnología» (sociotechnology).

1. Creando y diluyendo distinciones

Los filósofos, especialmente aquellos que pertenecen a la Tradición Analítica, son normalmente proclives a trazar distinciones conceptuales. En cuanto actividad, la Filosofía busca la claridad a través del análisis conceptual. Ejemplos de estas importantes distinciones son mente-materia, sujeto-objeto, apariencia-realidad, verdad-falsedad, teoría-práctica, naturaleza-cultura, género-sexo.

Otra tendencia consiste en intentar cuestionar o abolir tales diferencias conceptuales. El Pragmatismo americano, desde John Dewey a Richard Rorty, y el Desconstruccionismo y Postmodernismo francés, de Jacques Derridá, son programas filosóficos tendentes a diluir y abandonar tales oposiciones binarias.

Las distinciones conceptuales no son «inocentes» filosóficamente, sino que incluyen o presuponen típicamente una gama de estructuras teoréticas. Defender y poner en duda las distinciones, o crearlas y difuminarlas, son dos aspectos importantes de la investigación filosófica. Pero, por otro lado, los resultados de tales investigaciones no pueden ser conocidos de antemano sobre la base de algún programa general, sino que cada una de las cuestiones ha de ser estudiada separadamente y de una manera cuidadosa.

En particular, lo que se acaba de señalar se aplica al estudio científico sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (STS). Por ejemplo, la distinción estándar entre *investigación básica* e *investigación aplicada* ha sido rechazada por muchos colegas por considerarla obsoleta, mientras que otros especialistas todavía defienden la importancia de esta distinción en una cierta forma (cfr. Niiniluoto, 1984, 1993; Sintonen, 1990).

Otro ejemplo es la distinción entre *Ciencia y Tecnología*. El modo de hablar tradicional sugiere que Ciencia y Tecnología son dos partes diferentes o sectores de las actividades humanas. Pero se ha puesto de moda en los Estudios sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (STS-studies) el combinar las dos palabras en el único término de *Tecnociencia* (*technoscience*). Bruno Latour (1987, p. 29) dice que, «para evitar una 'Ciencia y Tecnología' sin límite terminal (*endless*), acuño esta (nueva) palabra». La Sociedad para el Estudio Social de la Ciencia (*Society of the Social Study of Science*, 4S) ha adoptado este nuevo término en su Boletín, para indicar que su campo incluye lo que solía llamarse Sociología de la Ciencia y Sociología de la Tecnología. Pero está claro que «Tecnociencia» no es una mera abreviatura de una expresión más larga, sino que busca diluir la antigua distinción y constituye así un elemento central y esencial de una nueva ideología acerca del objeto y métodos de los Estudios de la Ciencia (*science studies*).

Una estrategia similar la siguen Wiebe Bijker y John Law (1992), quienes usan el enfoque constructivista para desconstruir la distinción Ciencia-Sociedad. Basándose en su idea de un «tejido sin costura alguna (*seamless web*)», introducen el término *Sociotecnología* (*sociotechnology*).

Siguiendo estas líneas, se podría proponer que los dos neologismos se combinaran ulteriormente para dar ¡*Sociotecnociencia!* (*sociotechnoscience*).

La actual tendencia en este campo parece sugerir el principio: ¡lo que pragmatistas, desconstruccionistas y sociólogos de la Ciencia han unido, que un filósofo analítico no los separe o divorcie! Pero, aun cuando pueda parecer pasado de moda, todavía creo en el valor de algunas distinciones en los Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-studies*).

Más en concreto, en este trabajo defiendo la posición de la existencia de importantes diferencias entre Ciencia y Tecnología. Esta tesis no implica que la distinción sea absolutamente clara: el día se distingue de la noche, aunque haya casos límites poco definidos (el anochecer). Y, ciertamente, esto no significa que la Ciencia y la Tecnología nada tengan que hacer la una con la otra, o que sus relaciones sean constantes desde un punto de vista histórico. Una distinción relevante puede ser «formal» en el sentido escolástico: la Ciencia y la Tecnología se dan normalmente juntas en la realidad social e interactúan la una con la otra en las sociedades modernas; en cuanto a su peso y su medida, son como dos aspectos distintos de los objetos físicos pero coexistentes.

2) Cinco modelos para la relación Ciencia-Tecnología

Don Ihde (1979) ha realizado una comparación ilustrativa entre la distinción entre Ciencia y Tecnología y las diversas soluciones alternativas al problema clásico mente-cuerpo². En Metafísica hay cinco modelos principales de relación entre mente (espíritu) y cuerpo (materia):

- 1) Idealismo: la mente es anterior ontológicamente al cuerpo.
- 2) Materialismo: el cuerpo es anterior ontológicamente a la mente.
- 3) Identidad: la mente y el cuerpo son lo mismo.
- 4) Paralelismo (*Parallelism*): la mente y el cuerpo son procesos causalmente independientes pero paralelos.
- 5) Interaccionismo (*Interactionism*): la mente y el cuerpo son independientes ontológicamente pero interactúan causalmente.

Las tres primeras doctrinas son monistas, puesto que asumen sólo una única sustancia básica. Excluyendo aquí las versiones eliminativistas radicales, la primacía ontológica supone 1), que la existencia de los cuerpos depende de la existencia de las mentes, o 2), que las mentes no pueden existir sin los cuerpos. La formulación del Idealismo puede ser reductivista (los cuerpos son reducibles a las mentes) o emergentista (los cuerpos son productos o resultados de las mentes), y de forma semejante el Materialismo.

Son dualistas las dos últimas doctrinas, que aceptan dos sustancias independientes ontológicamente; 5) mantiene que mente y cuerpo tienen influencia causal, la una en la otra, mientras que 4) niega ésto, pero sostiene aún que se comportan de una manera correlacionada.

Siguiendo este esquema de alternativas, pero reemplazando 'mente' por 'Ciencia' y 'cuerpo' por 'Tecnología', obtenemos cinco diferentes posiciones:

1) La Tecnología es reducible a la Ciencia, o la Tecnología depende ontológicamente de la Ciencia.

2) La Ciencia es reducible a la Tecnología, o la Ciencia depende ontológicamente de la Tecnología.

3) Ciencia y Tecnología son idénticas.

4) La Ciencia y la Tecnología son independientes ontológicamente y causalmente.

5) La Ciencia y la Tecnología son independientes ontológicamente pero están en interacción causal.

La tesis 1) se sigue de la concepción estándar (*standard view*), que define la Tecnología como Ciencia aplicada o como la aplicación de la Ciencia. Esta concepción, que se encuentra en muchos diccionarios de la lengua inglesa, cuenta con cierto apoyo etimológico: 'Tecnología' es el *logos* (la doctrina, el aprendizaje) de la *techné* (el arte, la habilidad, la técnica) (vid Mitcham, 1980). Esto parece sugerir que la Tecnología es una rama especial del conocimiento humano (en latín, *scientia*) (véase Bunge, 1966).

Pero en inglés *Technology* puede también significar conjuntos de instrumentos y maquinaria, y el arte de diseñar y usar tales artefactos materiales. Aristóteles, en la *Ética a Nicómaco* (VI, 4; 1140a1), dio la definición clásica de *techné* como hábito racional y estable de hacer o producir objetos materiales. Ihde (1983) usa la palabra 'técnica' básicamente en este sentido³. Muchas lenguas prefieren términos derivados directamente de *techné* (p. ej., *Technik*, en alemán; 'técnica', en castellano; *tekniikka*, en finlandés) en lugar de palabras que incluyen *logos*.

Platón y Aristóteles reconocen que las habilidades racionales presuponen o contienen conocimiento de fondo en diferentes grados. Pero esto supone que el Arte no es otra cosa que conocimiento. Siguiendo a G. Ryle (1949), se ha argumentado que las Tecnologías específicas (como oficios, prácticas y destrezas) incluyen un *saber cómo* (*know how*) que no siempre se reduce al proposicional *saber que* (*know that*). El surgimiento, en la década de 1960, de la Filosofía de la Tecnología como campo de la Filosofía Analítica independiente de la Filosofía de la Ciencia, se basó principalmente en la observación de que la Tecnología

no debería identificarse con la Ciencia aplicada (véase Rapp, 1974; Bugliarello y Doner, 1980).

Como Ihde (1979, 1983) señala convincentemente, la tesis 1) está en conflicto con el hecho de que la Tecnología precede históricamente a la Ciencia. Como «animales productores-de-instrumentos» (Benjamin Franklin), nuestros ancestros han diseñado y usado instrumentos y artefactos, al menos durante 3 millones de años. Como búsqueda sistemática de conocimiento, la Ciencia sólo ha existido durante 3000 años. Por tanto, la Tecnología en su conjunto no puede ser ontológicamente dependiente de la existencia de la Ciencia, que es un recién llegado (*latecomer*) en la Cultura humana.

La tesis 1) tiene todavía una validez restrictiva, en cuanto que hay artefactos técnicos que han sido posibles sólo por el desarrollo de la Ciencia (p. ej., las bombas nucleares y los reactores se construyeron mediante la utilización de información suministrada por las teorías físicas acerca de los átomos y la radioactividad). Tal Tecnología *basada-en-la-Ciencia* (*science-based*), que cumple la visión de Francis Bacon del conocimiento como proporcionador de poder, se llama también *desarrollo* (*development*). Pero, en términos históricos, no todas las áreas de Tecnologías con éxito tienen de hecho su base en las teorías científicas. Este es el caso de algunas partes antiguas de la Medicina popular (*folk medicine*), la revolución industrial del siglo XVIII (el motor de vapor, la máquina de hilar), la Tecnología militar hasta finales del siglo XIX, y muchos inventos patentados, incluso hoy en día.

Se sigue la tesis 2) de la posición *instrumentalista*, que considera las teorías como instrumentos conceptuales sofisticados de la práctica humana, y concibe por tanto a la Ciencia como un instrumento de la Tecnología. La Ciencia es vista entonces como un momento en la empresa humana de dominar la Naturaleza. Esta postura refuerza así la precedencia histórica de la Tecnología sobre su prioridad ontológica respecto de la Ciencia. Ihde asocia esta doctrina con las «Filosofías de la praxis» (Pragmatismo, Marxismo, Fenomenología, M. Heidegger).

El Instrumentalismo constituye una concepción tecnológica de la Ciencia que, para controlar los cometidos humanos, considera que la Ciencia está siempre gobernada por el «interés técnico» (en el sentido de J. Habermas). Esta caracterización puede encajar bien con la «Ciencia de diseño» aplicada (cfr. Niiniluoto, 1993), que busca conexiones legaliformes y manipulables entre medios y fines. Sin embargo, no resulta adecuada para la investigación básica, cuya meta es la información verdadera acerca de la realidad, independientemente de las aplicaciones prácticas (cfr. Niiniluoto, 1984).

También falla el Instrumentalismo para explicar el hecho histórico del nacimiento de la Ciencia en la antigua Grecia, entendida como una actividad teórica de los filósofos de la Naturaleza, que deseaban descubrir los elementos básicos de la realidad mediante el uso de la razón, sin apoyarse en los viejos mitos o en la Religión. La conexión entre esa Ciencia teórica y la acción práctica fue, en gran medida, desconocida para los griegos. Para Aristóteles, las Ciencias prácticas incluían la Ética y la Política, y las distinguía tanto respecto de las Ciencias teóricas como de las «Artes productivas».

La tesis 3), de la identidad, trata Ciencia-y-Tecnología como una totalidad singular, sin distinción alguna entre ellas. Dadas las grandes diferencias en el tiempo, en cuanto a su desarrollo, la idea de una identidad original de la Ciencia y la Tecnología es por completo implausible. Pero una versión más interesante sostiene que la Ciencia y la Tecnología han llegado ser idénticas en la Era moderna. En la Edad de piedra, era sólo pura Técnica sin Ciencia, y en la Grecia antigua los filósofos de la Naturaleza estaban inmersos en una Ciencia teórica sin Tecnología. Pero, a través de la cientificación baconiana de la Tecnología, la instrumentación de la investigación científica, el surgimiento de la Gran Ciencia y la investigación aplicada, los laboratorios industriales, y la Ciencia-base-del-desarrollo, puede parecer que la Ciencia y la Tecnología se han fusionado en un nuevo conglomerado. El término 'Tecnociencia' podría usarse como nombre para esta nueva unidad ⁴.

No ha encontrado muchos partidarios la tesis 4), la *paralelista* (*parallelist*). Fue defendida por Derek de Solla Price (1965), quien comparó la Ciencia y la Tecnología con dos bailarinas que hacen los mismos movimientos, siguiendo el mismo ritmo (pero sin interactuar la una con la otra).

La tesis 5), la postura *interaccionista* (*interactionist*), mantiene que hay influencias causales mutuas entre Ciencia y Tecnología. A mi juicio, esta es la posición que explica mejor los orígenes históricos independientes de la Tecnología y la Ciencia. Admite que, especialmente desde la etapa final del siglo XIX, hay una importante área de solapamiento, que incluye la Tecnología basada-en-la-Ciencia y la investigación que incorpora instrumentación, pero que —en contraste con la idea de «Tecnociencia»— incluso en este campo conjunto es posible distinguir conceptualmente los elementos o los aspectos que, respectivamente, proceden de la Ciencia y de la Tecnología. (De modo similar, algunos hijos se parecen a su padre, mientras que otros se asemejan a su madre). De ahí que, en contra de la tesis de la Identidad, resulta

posible distinguir Ciencia y Tecnología, el separar la una de la otra, incluso en aquellos casos donde ambas son partes de un mismo proyecto de investigación o pertenecen a la misma Institución, o cuando las dos son partes integrantes de la tarea de un mismo grupo o de un investigador individual.

Históricamente, cambian las formas de las interacciones entre la Ciencia y la Tecnología. Hoy son más intensas y abigarradas que nunca.

Proporciona la Tecnología nuevos instrumentos para la investigación científica (termómetros, telescopios, microscopios, laboratorios químicos y médicos, aceleradores de altas energías, ordenadores, etc.). Las prácticas tecnológicas y sus inventos crean problemas para la investigación, teorías, áreas y disciplinas nuevas (la Ingeniería del vapor y la Termodinámica; las técnicas de cultivo agrícolas y las Ciencias de la Agricultura; el teléfono y la Teoría de la Información; los ordenadores y la Informática). También suministra la Tecnología conceptos y modelos que se usan en el pensamiento científico como metáforas o como conceptos teóricos (el mundo como reloj; el corazón como bomba; la mente humana como máquina de Turing; etc.). Por último, el progreso tecnológico influye indirectamente en la Ciencia al impulsar el crecimiento económico.

El influjo causal de la Ciencia sobre la Tecnología incluye los ciclos de innovación, desde la investigación básica a la investigación aplicada y el desarrollo, es decir, el diseño basado-en-la-Ciencia y la producción de nuevos instrumentos y mecanismos. También la Ciencia puede ayudar para explicar por qué funcionan los artefactos y los métodos⁵. La formación de los ingenieros y de los técnicos está también influida por el conocimiento científico y los métodos científicos.

3) Realismo, Instrumentalismo y Constructivismo

Acerca de la distinción entre Ciencia y Tecnología, diferentes concepciones dependen de unas bases más filosóficas, posiciones que conciernen a la realidad, el lenguaje y la acción humana.

Sobre la base del *Realismo científico*, se puede caracterizar del modo siguiente la investigación básica o fundamental en la Ciencia (cfr. Niiniluoto, 1984, 1993): investigar es una actividad de los miembros de la comunidad científica; el método de la Ciencia se basa en la interacción entre los científicos y los objetos de su estudio; mediante el uso de los métodos de la Ciencia, la investigación proporciona conocimiento; este cuerpo de conocimiento se expresa en el lenguaje, como oraciones,

proposiciones o teorías; el objetivo (*aim*) del conocimiento es representar o describir algún aspecto de la realidad; tales representaciones deberían ser verdaderas o, al menos, constituir una *información verosímil (truth-like information) acerca de la realidad*.

Según la perspectiva realista, la realidad, en cuanto objeto de la investigación científica, puede incluir la Naturaleza, la mente humana, la Cultura y la Sociedad. En la terminología de Popper, abarca los Mundos 1, 2 y 3. Así, la Ciencia puede estudiar aspectos de la realidad que son independientes de la mente (Mundo 1) o que dependen ontológicamente de la actividad humana social (Mundo 3). En particular, el lenguaje y los elementos del conocimiento humano expresados lingüísticamente pertenecen al Mundo 3, al igual que la Ciencia en cuanto institución social. Como actividad realizada dentro del mundo, la investigación científica puede influir o «perturbar» la realidad que está siendo investigada (p. ej., la medida en Teoría Cuántica; la entrevista en Ciencias Sociales). Pero esta realidad es todavía pre-existente, en el sentido de no ser producida por el proceso de investigación o de no estar constituida mediante la investigación. Todo esto es compatible con una perspectiva realista del conocimiento como representación más o menos verosímil (*truthlike representation*).

Para definir el objetivo (*aim*) de la investigación científica, las «utilidades epistémicas» básicas son la *verdad* y la *información*. La investigación aplicada también busca el conocimiento, pero, junto a la verdad y la información, requiere que haya resultados que sean *útiles* para algún propósito humano. Una forma especial de la investigación aplicada, la Ciencia de diseño, se caracteriza por la meta de buscar conocimiento que exprese «normas técnicas», esto es, relaciones entre medios y fines. Tales reglas condicionales de acción pueden promover entonces alguna actividad humana tecnológica, tales como la manipulación y el control de algún sistema natural o artificial. Ejemplos de investigación aplicada en este sentido se encuentran en Ciencias Agrícolas y Forestales, Medicina, Ciencias de la Ingeniería (*engineering sciences*), Ciencias de la Educación, estudios de Política Social y en la investigación militar (cfr. Niiniluoto, 1993).

Dentro de esta visión realista, la Tecnología difiere de la Ciencia de la manera siguiente: los tecnólogos (p. ej., los ingenieros, los artesanos, los diseñadores, los arquitectos) utilizan los métodos de diseño para crear nuevos artefactos o instrumentos; tales artefactos son entidades materiales o prototipos de tales entidades; normalmente los productos de la Tecnología no se formulan en el lenguaje y no tienen valores de verdad; los instrumentos tienen una finalidad específica

de uso; la utilización de instrumentos abre nuevas *posibilidades* para la acción humana.

En vez de la verdad y la información, los artefactos tecnológicos deberían ser evaluados por los valores de las nuevas posibilidades que ellos abren. Las utilidades básicas de la Tecnología son entonces la *efectividad* (*effectivity*) respecto de la meta buscada por los instrumentos (p. ej., la destrucción del poder de las armas; la habilidad de los barcos para llevar pasajeros) (cfr. Skolimowski, 1966; Sahal, 1981), y su valor *económico*, en términos de los recursos necesarios y los beneficios esperados (cfr. Elster, 1983). Después, todos los artefactos pueden ser evaluados sobre la base de sus aspectos *estéticos, ergonómicos, ecológicos, éticos y sociales*. Esta es la tarea de la valoración tecnológica (*Technology Assessment*) (cfr. Durbin y Rapp, 1983) ⁶.

Puede cuestionarse la división realista entre Ciencia y Tecnología de varias formas. Los *instrumentalistas*, o los pragmatistas en sentido amplio (cfr. Rescher, 1977), pueden aceptar que las teorías científicas, como sistemas de enunciados, son diferentes de los artefactos materiales; pero sostienen, sin embargo, que las teorías son también instrumentos. Su objetivo último es engarzar la relación del hombre con su entorno, y su valor ha de ser medido por los beneficios prácticos de sus aplicaciones. Un modo de formular esta posición es defender que la Ciencia es una actividad solucionadora de problemas, en lugar de ser una actividad buscadora de la verdad ⁷.

Al instrumentalista le responde el realista que el valor práctico de las teorías científicas se deriva de su bondad (*goodness*) en cuanto representación de la realidad. La verosimilitud (*truthlikeness*) es un fin (*goal*) más básico para la Ciencia que cualquier utilidad práctica, puesto que sirve para explicar la habilidad de una teoría para proporcionar aplicaciones útiles. La capacidad para solucionar problemas de una teoría presupone algún grado de éxito en la búsqueda de la verdad (cfr. Niiniluoto, 1984).

Otra objeción al realismo procede del enfoque *constructivista*. La exposición clásica de esta perspectiva, Latour y Woolgar (1979/1986), sostiene que los hechos científicos y las entidades teóricas son construcciones sociales. La realidad es una «consecuencia» del trabajo científico, no su «causa»; es decir, la realidad es el resultado de un proceso de negociación y del establecimiento de una opinión dentro de una comunidad concreta de un laboratorio.

Si los constructivistas sólo quieren decir que las teorías e hipótesis científicas aceptadas son construcciones sociales, el resultado de ne-

gociaciones sociales y del «cierre» de una controversia, entonces su concepción es trivialmente compatible tanto con el Realismo como con el Instrumentalismo. Pero si plantean una postura ulterior, de modo que las disputas científicas se resuelven mediante la apelación a los intereses personales y sociales de los participantes, y donde las consideraciones epistémicas de la verdad y la justificación [de contenidos verosímiles] no tienen papel alguno en el proceso, entonces su posición sería incompatible con el Realismo epistemológico.

Sin embargo, los constructivistas también han insistido en que la Naturaleza es una construcción social. Si se utiliza un léxico metodológico en lugar de uno ontológico, la Naturaleza debería ser tratada como una construcción social. Bruno Latour, en su libro *Science in Action* (1989), sostiene que ninguna línea divisoria sólida puede trazarse entre los hechos científicos (p. ej., el modelo del ADN de Watson-Crick) y los artefactos tecnológicos (p. ej., el motor de diesel; el ordenador). En su obra posterior, esta postura ha sido generalizada para [llegar a] la tesis de la simetría, en la que la Naturaleza y la Sociedad son el resultado de actividades humanas científico-tecnológicas (cfr. Jasanoff, S. et al., 1995).

Anteriormente critiqué el enfoque constructivista de las Ciencias de la Naturaleza: si se pasa por alto la interacción causal con la realidad externa, obtenemos una imagen incompleta y confusa del proceso de investigación (véase Niiniluoto, 1991). El Constructivismo pone del revés el orden natural de la explicación: la existencia de hechos «de ahí fuera», junto con la índole básica de la formación de creencias mediante el método científico, explica el consenso entre los científicos, y no a la inversa.

Ahora bien, como los artefactos son un producto humano, el Constructivismo puede parecer que es mucho más prometedor en el contexto de la Tecnología. Pero, incluso en este campo, los constructivistas han formulado planteamientos que son problemáticos desde la perspectiva realista. El «primer principio» de Latour (1987) proclama que las cualidades de los hechos y de las máquinas son «una consecuencia, no una causa, de una acción colectiva», y su «Regla 2» enuncia que, para determinar «la eficiencia (*efficiency*) o perfección de un mecanismo», no deberíamos «buscar sus cualidades *intrínsecas* sino el conjunto de transformaciones que sufren (*undergo*) más tarde en las manos de otros». Anteriormente, Pinch y Bijker (1984) habían mantenido que no es una explicación del éxito o fracaso de un artefacto el que funcione o no funcione, pues ese funcionar no es una propiedad intrínseca, sino que está más bien construida socialmente. Así, las

máquinas trabajan porque han sido aceptadas por grupos sociales relevantes, no al revés (véase Bijker, 1995, p. 270).

A mi juicio, es correcto resaltar que el cambio tecnológico es contingente y está modulado socialmente (cfr. Bijker y Law, 1992): aun cuando los artefactos generan a menudo nuevas necesidades sociales, en cuanto entidades del Mundo 3 también están conformados para satisfacer nuestros intereses. Es elección nuestra el diseñar y construir máquinas de modo que «trabajen» bien. Cuando se ha construido un artefacto, somos libres de cambiar sus propiedades más tarde. En este sentido, el color de un automóvil o la eficiencia de su motor no son propiedades «intrínsecas» o permanentes. Pero, por otra parte, en cualquier momento dado, el artefacto posee tales propiedades o funciones de un modo objetivo, y explican asimismo el «funcionamiento» del artefacto (p. ej., la velocidad máxima del automóvil, que atrae a los compradores).

4) ¿Una diferencia en la dinámica?

Hablar acerca del «tejido sin costura alguna» [o de una sola pieza] (*seamless web*) de la «Sociotecnología» o, incluso, de la «Sociotecnociencia», tiene la virtud de advertir que la Ciencia y la Tecnología no deberían ser estudiadas de manera «atomística», de modo que su engarce e interacción con los factores sociales deberían ser reconocidos en los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-studies*).

Pero hay también un peligro, que pienso se da en acontecimientos administrativos recientes en Finlandia. Solía ser habitual que las principales decisiones sobre Política científica (*science policy*), tales como la financiación de investigación básica en las Universidades, se tomaran en el Ministerio de Educación. La Política tecnológica (*technological policy*), con especial interés por desarrollos basados-en-la-Ciencia dentro de las Universidades Politécnicas y en laboratorios de investigación privados, era un dominio del Ministerio de Industria y Comercio. En 1986, el antiguo Consejo de Política Científica se cambió por un nuevo Consejo de Política Científica y Tecnológica. Como consecuencia, la retórica de las decisiones de la Política acerca de la Ciencia y la Tecnología se basan ahora en el enfoque de la investigación y desarrollo como parte del «sistema nacional de innovación», que tiene como cometido el mejorar la competitividad económica de Finlandia. De esta manera, la Política científica ha sido subordinada a la concepción instrumentalista o tecnológica de la Ciencia como un instrumento de la Economía.

Aun cuando los que toman decisiones políticas hubieran sido suficientemente sabios para continuar apoyando la investigación básica, el matrimonio de la Política Científica con la Tecnológica es potencialmente dañino para la Ciencia. Más aún, tanto la concepción instrumentalista (con su reducción de la Ciencia a Tecnología) como el enfoque actual de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (*STS-studies*) hacia la «Tecnociencia» (con su identificación metodológica de la Ciencia y la Tecnología) parecen apoyar tales decisiones administrativas.

Los modelos dinámicos de cambio científico (propuestos por Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, Toulmin, Laudan y otros) se convirtieron en un punto fuerte de la Filosofía de la Ciencia en los años 60. Suscitaron una nueva interacción entre la Filosofía de la Ciencia y la Historia de la Ciencia, y su relevancia para la Política Científica también fue debatida (cfr. Niiniluoto, 1984). Resulta claro que también pueden plantearse de una manera fructífera cuestiones semejantes sobre el cambio tecnológico. Por ejemplo, ¿está el desarrollo tecnológico determinado por su lógica interna o puede ser controlado externamente mediante valores humanos y decisiones políticas? (cfr. Ellul, 1964; Winner, 1977; Niiniluoto, 1990). ¿Qué tipo de indicadores, cuantitativos o cualitativos se pueden emplear para medir el progreso tecnológico? (cfr. Elster, 1983; Sahal, 1987). ¿Es el cambio tecnológico acumulativo o revolucionario? (cfr. Bugliarello y Doner, 1979; Laudan, 1984).

Se ha trazado una distinción kuhniana entre «Tecnología normal», basada en un paradigma, y «revoluciones tecnológicas», apoyada en un cambio de paradigmas. En Dosi (1982) el concepto de «trayectoria tecnológica» se refiere a un proceso revolucionario donde un proyecto tecnológico hace progresos mediante pequeños incrementos. El punto de partida de una trayectoria es un «ejemplar», en el sentido de Kuhn, esto es, un descubrimiento inicial o la solución a un problema que sirve de modelo para ulteriores mejoras. Un ejemplo simple es la sucesión de los modelos de Citroën a través de los años. De modo más general, la industria del automóvil puede ser vista como un programa lakatosiano de investigación científica que compite en el mercado con otros proyectos que tienen una función similar (caballos y carruajes, motocicletas, aviones, helicópteros, etc.). Una revolución tecnológica tiene lugar cuando comienza un programa radicalmente nuevo y supera a sus competidores, lo que, para los productores y los consumidores, significa habitualmente un cambio desde el antiguo proyecto hacia uno nuevo: una trayectoria progresiva más rápida. Hay así unas pautas interesantes que parecen semejantes, al menos en un plano superficial, a las existentes entre el desarrollo del conocimiento científico y los proyectos tecnológicos.

Sin embargo, la dinámica subyacente parece por completo distinta en los casos de la Ciencia y la Tecnología, y esto comporta también una distinción crucial entre principios de Política Científica y de Política Tecnológica (cfr. Niiniluoto, 1997). La decisión de asignar fondos a la Física de altas presiones pertenece a la Política Científica, pero no [pertenece a ella] la valoración de la credibilidad de la teoría de los *quarks*. Tal teoría debería ser aceptada sobre la base de su poder explicativo y de las pruebas experimentales que la sustentan; y esos rasgos dependen de la naturaleza de la realidad independiente de la mente. No es cuestión de gusto nuestra el decidir si hay fuerzas gravitacionales o *quarks* en la Naturaleza, y si las teorías acerca de tales entidades son verdaderas o falsas.

Por otra parte, la decisión de construir la quinta planta nuclear en Finlandia se toma en el Parlamento. Las decisiones a pequeña escala sobre el uso de los artefactos tecnológicos (tales como vestidos, muebles, máquinas para el hogar) las toman los consumidores en su vida cotidiana. Para ciertos tipos de productos e instrumentos, hay restricciones sociales y controles (p. ej., para las armas o las medicinas). La diferencia respecto de las teorías científicas es clara e inequívoca: es cuestión nuestra el decidir si queremos los aparatos tecnológicos artificiales que han de ser creados, producidos, manufacturados y usados por nuestra Sociedad. Para este cometido, deberíamos desarrollar procedimientos democráticos para evaluar y controlar el cambio tecnológico.

Notas

¹ Trabajo presentado el día 12 de marzo de 1997 en las *Jornadas sobre Progreso científico e innovación tecnológica*. La versión castellana es de Wenceslao J. González.

² He seguido a Ihde en 1984, en mis primeros trabajos en finlandés sobre Filosofía de la Tecnología, cfr. Niiniluoto (1984), cap. 12. Kusch (1996) ha utilizado la misma idea al abordar la distinción cognitivo-social. Respecto del problema mente-cuerpo, tengo más sintonía con el materialismo emergente, cfr. Niiniluoto (1994).

³ Para los griegos, las Artes productivas incluían también a la Poesía. La palabra 'Tecnología', entendida en sentido amplio, junto a la acción instrumental o el trabajo con instrumentos, abarcaría también a la acción expresiva (p. ej., hacer una representación con juguetes e instrumentos musicales).

⁴ Uso aquí este término en un sentido ontológico, para expresar la supuesta identidad «real» de la Ciencia y la Tecnología. Nótese que, en los Estudios de la Ciencia constructivistas, el término 'Tecnociencia' se emplea primordialmente en el sentido metodológico, esto es, que un sociólogo debería proceder sin partir de un supuesto inicial acerca de la diferencia entre Ciencia y Tecnología. No obstante, los problemas

con la identificación ontológica de Ciencia y Tecnología inciden también sobre la distinción metodológica.

⁵ Bunge (1966) llama «pseudotecnologías» (*pseudotechnologies*) a esas ramas de la Tecnología que no pueden ser explicadas por la Ciencia. Esto no debería llevar a considerar que todas las Tecnologías racionales instrumentalmente han de estar basadas en la Ciencia, puesto que esto sería contrario a la realidad histórica.

⁶ Con mayor detalle, trato de la valoración tecnológica en Niiniluoto (1997).

⁷ Esta es la formulación de Larry Laudan (1977). A diferencia de los instrumentalistas típicos, Laudan admite que las teorías científicas tienen valores de verdad en el sentido realista, pero piensa que son irrelevantes para el progreso científico. Para la distinción entre problemas cognoscitivos y problemas de acción, véase Niiniluoto (1984).

Bibliografía

- 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.
- BUGLIARELLO, G. y DONER, D. B. (eds.) (1979), *The History and Philosophy of Technology*, University of Illinois Press, Urbana.
- BUNGE, M. (1966), «Technology as Applied Science», *Technology and Culture*, v. 7, pp. 329-349. Reimp. en RAPP (1974), pp. 19-36.
- DOSI, G. (1982), «Technological Paradigms and Technological Trajectories», *Research Policy*, v. 11, pp. 147-162.
- 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.
- IHDE, D. (1979), *Technics and Praxis*. D. Reidel, Dordrecht.
- IHDE, D. (1983) *Existential Technics*. State University of New York Press, Albany.
- JASANOFF, S., MARKLE, G. E., PETERSEN, J. C. y PINCH, T. (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*. Sage, Londres.
- KUSCH, M. (1996), «Sociophilosophy and the Sociology of Philosophical Knowledge», en KNUUTTILA, S. y NIINILUOTO, I. (eds.), *Methods of Philosophy and the History of Philosophy*, Acta Philosophica Fennica, v. 61. The Philosophical Society of Finland, Helsinki, pp. 83-97.
- LATOUR, B. (1987), *Science in Action*. Open University Press, Milton Keynes.
- LATOUR, B. y WOOLGAR, S. (1979/1986), *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- LAUDAN, L. (1977), *Progress and Its Problems*. Routledge and Kegan Paul, Londres.
- LAUDAN, R. (ed.) (1984), *The Nature of Technological Knowledge: Are Models of Scientific Change Relevant?* D. Reidel, Dordrecht.
- MITCHAM, C. (1980), «Philosophy of Technology», en DURBIN, P. (ed.), *A Guide to the Culture of Science, Technology and Medicine*. The Free Press, N. York, pp. 282-363.
- NIINILUOTO, I. (1984), *Is Science Progressive?* D. Reidel, Dordrecht.

- NIINILUOTO, I. (1990), «Should Technological Imperatives Be Obeyed?», *International Studies in the Philosophy of Science*, v. 4, pp. 181-187.
- NIINILUOTO, I. (1991), «Realism, Relativism, and Constructivism», *Synthese*, v. 89, pp. 135-162.
- NIINILUOTO, I. (1993), «The Aim and Structure of Applied Research», *Erkenntnis*, v. 38, pp. 1-21.
- NIINILUOTO, I. (1994), «Scientific Realism and the Problem of Consciousness», en REVONSUO, A. y KAMPPINEN, M. (eds.), *Consciousness in Philosophy and Cognitive Neuroscience*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., pp. 33-54.
- NIINILUOTO, I. (1997), «Límites de la Tecnología», *Arbor*, v. 157, n. 620, pp. 391-410.
- PINCH, T. J. 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», *Social Studies of Science*, v. 14, pp. 399-441.
- PRICE, D. J. De Solla (1965), «Is Technology Historically Independent of Science? A Study in Statistical Historiography», *Technology and Culture*, v. 6, pp. 553-568.
- RAPP, F. (ed.) (1974), *Contributions to a Philosophy of Technology*. D. Reidel, Dordrecht.
- RESCHER, N. (1977), *Methodological Pragmatism*. Blackwell, Oxford.
- RYLE, G. (1949), *The Concept of Mind*. Hutchinson, Londres.
- SAHAL, D. (1987), *Patterns of Technological Innovation*. Addison - Wesley, Reading.
- SINTONEN, M. (1990), «Basic and Applied Sciences - Can the Distinction (Still) Be Drawn?», *Science Studies*, v. 3, n. 2, pp. 23-31.