¿TECNOLOGÍA Y CIENCIA, O SÓLO TECNOLOGÍA? HACIA UNA COMPRENSIÓN DE LAS RELACIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA

EMILIO JUAN LÓPEZ DEVESA
Universidad de Valencia

Resumen. Este artículo analiza las relaciones entre ciencia y tecnología desde la perspectiva de la negación de una demarcación entre ellas. Se sostiene que la ciencia puede ser entendida como tecnología, es decir, como una dimensión de sistemas sociotécnicos complejos.

Abstract. This article analyses the relationship between science and technology from the perspective of the negation of the demarcation between them. It sustains that science can be understood as technology, that is to say, as a specific dimension included in the complex technological framework.

INTRODUCCIÓN

Presentar las relaciones entre ciencia y tecnología es un tema necesariamente controvertido. Y lo es porque, para empezar, no acaba de estar claro qué sea eso que llamamos tecnología[1]. La tecnología se suele considerar como contrapuesta a la técnica, como un paso más en una hipotética evolución de ésta, provocada al introducirse la ciencia moderna en aquellos ámbitos supuestamente relegados a la acción de los técnicos (fundamentalmente artesanos y obreros cualificados).

Sin embargo, esta demarcación hunde sus raíces en una cuestión meramente epistemológica (de dónde viene el conocimiento que aplicamos), dejando de lado que tanto la tecnología como la técnica no

[1] Un muy buen ejemplo de la falta de claridad con la que nos encontramos cuando tratamos de delimitar conceptualmente la tecnología puede encontrarse en Santander Gana (1995: 24-35).

son sólo formas de creación de artefactos, sino aspectos mucho más globales de las sociedades en las que dichos artefactos aparecen[2]. Las causas y consecuencias sociales de dichas técnicas y tecnologías son, sin duda alguna, mucho más relevantes que los meros resultados de éstas. Sin entrar en el complicado tema de elucidar dichas causas y consecuencias, sino tan sólo mencionando de pasada su existencia, parece claro que distinguir entre técnica y tecnología en base a una cuestión epistemológica no es una buena estrategia. Porque no son tipos de conocimiento, la técnica y la tecnología, sino la forma humana de ser en el mundo.

Situando en un mismo ámbito técnica y tecnología, desdibujando el corte que se suele introducir entre ambas mediante la ciencia moderna, el paso siguiente será justamente plantearnos cuáles son las relaciones entre esta unificación tecnico-tecnológica y la ciencia. A las distintas visiones del problema (y aquí hemos de reivindicar el trabajo de síntesis que Ana Cuevas (Cuevas, 1999) ha realizado recientemente), añadiremos otra quizá más radical, que pasa por la comprensión de la preeminencia ontológico e histórica de la tecnología sobre la ciencia, para llevarnos a construir una ciencia tecnológica, no en el sentido de cientificar la tecnología, sino en el de situar la ciencia como otra tecnología más. Así, si aceptamos la división de Álvarez Revilla *et al.* (1993), entre tecnologías artefactuales, organizativas, simbólicas y biotecnologías, podríamos introducir otra imagen de la tecnología: la tecnología científica.

Tecnologías antiguas y modernas

La posición que podríamos denominar estándard al hablar de ciencia y tecnología es la que sitúa a la ciencia como centro del triplo «técnica-ciencia-tecnología», dándole el carácter de *puente* entre una y otra. Así, se entiende por tecnología la técnica cientificada. El interés de la ciencia por la técnica está lejos de ser meramente anecdótico. De hecho, un buen número de teorías –las que constituyen de hecho la base de la ciencia (Sanmartín 1987: 27)– se dedican a intentar dar explicación de los éxitos de las técnicas, usadas previamente.

[2] El término «artefacto» lo utilizamos aquí no reducido al conjunto de herramientas y utensilios, sino ampliándolo para dar cabida a toda una suerte de tecnologías organizativas, simbólicas y biotecnologías, presentes en cualquier sociedad humana.

Para ilustrar la idea de ciencia como puente entre técnica y tecnología, recurriremos al ejemplo que Sanmartín (1987: 27-28) aduce sobre la fermentación.

La cerveza era bien conocida desde los primeros imperios: los sumerios contaban con diecinueve tipos de cerveza (Derry y Williams, 1986: 92), pero desde luego carecían de un conocimiento teórico del proceso de fermentación. Hasta los trabajos de Louis Pasteur sobre la fermentación por actividad de microorganismos, se carecía de un intento *científico* de clarificar el por qué del surgimiento de la cerveza. Con anterioridad a Leeuwenhoeck (1632-1723), había sido creencia común el suponer que existía la vida por generación espontánea. A fin de cuentas, los datos de los sentidos parecían corroborar esta hipótesis: la carne dejada en un plato durante días aparecía *espontáneamente* repleta de gusanos. Y no sólo los gusanos eran capaces de generarse espontáneamente. En la Edad Media eran conocidas y corrientes las fórmulas para producir incluso ratones: bastaba con poner en un frasco trigo y ropa con sudor humano (Sanmartín 1987: 155). Sin embargo, si la carne se dejaba tapada en un frasco, no aparecían los gusanos en cuestión. Esto llevó a Francesco Redi (1626-1697) a suponer que los gusanos eran larvas de mosca. Pero hasta la aparición de los primitivos microscopios creados por Leeuwenhoeck, no se pudo descubrir la abundancia del mundo microbiano, identificando a los *animálculos*, como se llamaron en principio los microbios. Louis Pasteur, ya con equipos más sofisticados (y su sofisticación quedaría en nada comparada con los modernos microscopios electrónicos), fue capaz de elucidar el papel de los microbios en el proceso de la fermentación.

Aunque los trabajos de Pasteur no alteraron esencialmente la cerveza, podríamos hablar de una producción técnica anterior al conocimiento científico de la fermentación, y de una tecnología de la cerveza posterior. Poco o nada en común encontramos entre los procesos de elaboración sumerios y la actuales factorías cerveceras. Sin embargo, al producto final de ambos le llamamos igual: cerveza. Entre ellos, como carácter diferenciador de uno y otro, situamos a la ciencia.

Esta diferenciación cientificista entre técnica y tecnología es lo que nos permite referirnos a los términos de *tecnología antigua* (*o pre-científica*) –la técnica– y *tecnología moderna* (*o científica*) –la tecnología entendida como técnica cientificada–. Así, la tecnología antigua vendría caracterizada por un cierto *saber cómo* relativo a la producción, mientras la tecnología moderna aporta el *saber por qué* del mismo proceso

productivo. Por decirlo con otras palabras, según esta posición diferenciadora de técnica y tecnología, los antiguos hacían cosas sin saber demasiado bien por qué obtenían los resultados que obtenían, mientras que actualmente somos conscientes del funcionamiento de todas y cada una de las partes del proceso[3]. Dentro de esta caracterización de las tecnologías,

> [...] podemos encontrar una diferencia entre la tecnología antigua y moderna: la primera basa su actividad fundamentalmente en habilidades sensorio-motrices, en máximas técnicas y leyes descriptivas, mientras la última utiliza esos recursos más reglas tecnológicas y teorías (Mitcham, 1994: 207)

Al situar la distinción en cuestiones epistemológicas, perdemos de vista que la tecnología es mucho más que un *corpus* más o menos organizado de conocimiento. El llamado conocimiento tecnológico no agota en sí mismo el significado de la tecnología. Centrarnos por tanto en él puede llevarnos a perder de vista el modo en que la tecnología afecta y es afectada por el contexto en el que se da.

Volviendo al ejemplo de la cerveza, los griegos y los romanos experimentaron un rechazo hacia ella, considerándola como bebida bárbara, típica de los celtas y posteriormente de los germanos (Derry y Williams, 1986: 92). Estas consideraciones no estaban vinculadas a ninguna característica epistémica de la propia cerveza, sino, posiblemente, a que tanto Grecia como Roma tenían una producción vinícola más que considerable[4] (factor económico), así como a que tanto los celtas como los germanos eran pueblos vecinos pero rivales (factor político). Luego al hablar de una tecnología debemos prestar atención a aspectos no directamente relacionados con el proceso, sino más bien con el contexto social en el que tal proceso se desarrolla. Contexto que, por otro lado, forma parte constitutiva de la tecnología en cuestión. Es por

[3] Lo cual no deja de ser, de algún modo, falso, ya que «muchas de las máquinas inventadas durante la revolución industrial de Gran Bretaña tenían poco que ver con la ciencia de aquellos tiempos» (Basalla, 1988: 28).

[4] Aunque el proceso inicial de la viticultura llegara a Grecia desde Oriente Próximo, los griegos alcanzaron en él la máxima perfección. La importancia del vino griego es tal que se afirma que «la cultura helenística se difundió por Oriente hasta donde se extendió la vid» (Derry y Williams 1986: 91). El hecho de que se considere al vino griego como el mejor, si bien respecto a la cantidad Italia fuera durante algún tiempo el principal centro de esta industria, nos puede ayudar a entender el valor relativo del vino y la cerveza para aquellos pueblos.

esto que una demarcación entre tecnología antigua y moderna, tomando como base cuestiones puramente epistemológicas, nos parece fruto de una visión reducida de la tecnología.

Si entendemos la tecnología dentro del complejo entramado social en el que surge, podremos comprender que técnica y tecnología no se diferencian esencialmente. Por otro lado, el hablar de conocimiento científico en el caso de la tecnología como la característica fundamental de la misma nos obliga a pensar la tecnología antigua o pre-científica como carente de toda base teórica. lo cual es en sentido estricto falso, ya que, en el caso de la cerveza que nos ocupa, el mero hecho de saber las medidas exactas de cada ingrediente necesario para su producción indica cuanto menos una cierta elaboración.

Consecuencia de esta visión estándard «técnica-ciencia-tecnología» es la idea de que la ciencia es previa a la aparición de la tecnología o, lo que es lo mismo, que no existe tecnología previamente a la ciencia moderna del siglo XVII. Esta tesis es difícilmente comprensible si tenemos en cuenta que la tecnología es capaz, sin la ayuda de la ciencia, de crear estructuras y artefactos elaborados. Porque, ¿de qué otro modo podemos dar razón de la arquitectura monumental de la antigüedad, o de las catedrales y tecnologías mecánicas (los molinos de viento, las norias, los relojes) de la edad media? ¿Y cómo explicar los brillantes logros de la tecnología de la antigua China? (Basalla 1988: 27). Parece, por tanto, preciso, revisar la relación entre ciencia y tecnología: ¿es la ciencia condición indispensable para la existencia de la tecnología? Quizá podamos incluso argumentar lo contrario, esto es, que la tecnología está en la base de la ciencia moderna, y llegar aún más lejos, hasta decir que la ciencia no es sino una tecnología más.

Relaciones ciencia-tecnología

Podemos al menos encontrar, de entre los trabajos dedicados a este tema, cinco visiones distintas de la relación ciencia tecnología. La primera de ellas podríamos definirla como la visión clásica en la que la tecnología es considerada como fruto de la aplicación de los resultados a los que llegan los científicos en la investigación básica. Mario Bunge (Bunge, 1966) es quizá el autor que mejor analiza en qué consiste esta «aplicación».

Para Bunge, de la ciencia podemos aplicar tanto el método como las teorías. Si aplicamos las teorías, obtendríamos tecnologías sustantivas (la aplicación de la teoría relativista de la gravitación para el diseño de generadores de campos antigravitatorios), mientras que en el caso de aplicar el método, obtendríamos tecnologías operativas (la teoría de la decisión, o la de juegos).

Esta concepción de la tecnología ha sido criticada, entre otros, por Kline (1995), que sitúa la distinción entre ciencia pura y ciencia aplicada en el interés de los científicos por impulsar su propia actividad frente al auge de las disciplinas ingenieriles[5], aunque también los ingenieros tuvieron parte de responsabilidad, ya que esta concepción de la tecnología favorecía un cambio de status profesional, situándolos por encima de las técnicas clásicas, mal vistas por su conexión con el trabajo manual.

De Solla Price (1965), basándose en su método bibliométrico[6], también criticó esta postura. Allí llega a la conclusión de que es muy difícil hacer un rastreo a través de las publicaciones que determine una relación de tipo jerárquico entre la ciencia y la tecnología. De hecho, la tecnología parecía no tener vinculaciones fuertes con ninguna sección especial de la ciencia.

Teniendo en cuenta las críticas a esta visión clásica, se intentaron proponer diferentes esquemas que dieran cuenta de las relaciones entre ciencia y tecnología, apareciendo las siguientes propuestas alternativas:

[5] De algún modo, podríamos decir que vieron amenazado su trabajo por los ingenieros. Si conseguían justificar que sus investigaciones eran un requisito indispensable para la producción ingenieril, su trabajo quedaría a salvo. Habría en la base de la distinción, por tanto, un claro interés gremial. Este interés gremial por parte de los científicos no es privativo de ese momento histórico concreto. Aún hoy se sigue actuando así dentro de determinados ámbitos científicos. Nuestro análisis del «asunto Sokal» (López Devesa, 1997) puede resultar ilustrativo de este modo de actuación.

[6] El método bibliométrico planteado por De Solla Price consiste en el análisis de las diferentes publicaciones que tanto la ciencia como la tecnología producen, así como las referencias que se hagan posteriormente de los artículos científicos y de las lecturas realizadas de la patentes. Aplicando este método sobre las patentes, más recientemente, Francis Narin (Carpenter, *et al.* 1981; Narin, 1982; Narin y Noma, 1985) concluye que la tecnología se construye en gran medida sobre tecnología, pero que el grado de interacción con la ciencia varía considerablemente dependiendo de los campos científicos y de las tecnologías (para una lectura más detallada del tema, ver Pavitt, «The objectives of Technology Policy», traducido al castellano en González Garcia *et al.*, 1997).

1) Tratando de dar la vuelta al problema, esto es, viendo en qué grado la ciencia dependía para su desarrollo de la tecnología, encontramos el utilitarismo, que considera que la historia de la ciencia cobra sentido cuando se explica en función de su utilidad para las aplicaciones prácticas. Ejemplos históricos como el desarrollo de la ciencia nuclear gracias a los proyectos para desarrollar la bomba atómica, o el incremento de la investigación en el sector petroquímico gracias al desarrollo de la industria del automóvil, parecen dar un buen respaldo a este modelo. Sin embargo, al atender a la historia, encontramos también ejemplos de lo contrario, esto es, de investigación científica sin fines utilitarios inmediatos, como pueden ser las realizadas dentro del campo de la cosmología.

2) Una segunda alternativa es considerar a la ciencia y la tecnología como sistemas opuestos y excluyentes. Para representar estas ideas se han propuesto varias metáforas bastante ilustrativas: son dos bailarines (De Solla Price, Toynbee); son imágenes en un espejo (Layton); son un matrimonio (Whitehead, Drucker). Para estos autores, ciencia y tecnología son comunidades autónomas, aunque paralelas, y poseen características comunes: ambas utilizan métodos experimentales y matemáticos, tienen revistas, laboratorios de investigación, asociaciones profesionales, etc. Pero al mismo tiempo, también pueden señalarse diferencias, la más importante de las cuales es la que pone de manifiesto cómo los ingenieros sitúan el «hacer» por delante del «saber». Y esta diferencia no es trivial, ya que repercute profundamente en sus valores, influyendo en el lenguaje que utilizan y en el contenido y la estructura del conocimiento que se generan en ellas.

   Por supuesto, esta postura no ha escapado a las críticas. La principal de ellas es que, en el afán de distinguir ciencia y tecnología, se suelen pasar por alto ejemplos claros en los que es difícil saber si una comunidad es científica o tecnológica. Quizá el mejor ejemplo lo encontremos en el trabajo de Narin y Noma (1985), en el que analizando el área de la biotecnología y la biociencia llegan a la conclusión de que no existen diferencias apreciables entre ellas.

3) A estas propuestas se les planteó como alternativa aquella que defiende que hay un contínuo que va desde la ciencia básica a las ciencias aplicadas, de ahí a las ciencias ingenieriles y, por

último, de éstas a las innovaciones tecnológicas. Este modelo ha sido defendido especialmente desde la ciencia económica[7], sin plantearse los autores que lo respaldan un análisis más profundo ni de las relaciones entre ni de la naturaleza de cada una de estas fases, sino que suele utilizarse para explicar el progreso económico tan sorprendente que se ha producido a partir de la Revolución Industrial. En esta línea de comprensión de la ciencia y la tecnología se construyen para ellas sendas cajas negras, esto es, devienen mecanismos que dan resultados que debemos estudiar, pero sin entrar a cuestionar nada sobre los propios mecanismos. Desde este esquema, por último, se cae en la concepción jerarquizante de que la tecnología es aplicación de las teorías científicas.

4) El último de los casos de los que se suelen ocupar los trabajos sobre este tema (las relaciones ciencia-tecnología) es el de aquellos que no creen que existan diferencias importantes entre lo que sea la ciencia y la tecnología: se contemplan como dos términos paraguas sin correlato con lo que realmente sucede. Tomando como objeto de análisis la ciencia y la tecnología actuales, se llega a la conclusión de que son hechos inseparables, que no pueden darse aisladamente[8]. El hecho de que las investigaciones en la actualidad se realicen desde grupos mixtos de ingenieros y científicos, pudiendo sus resultados pertenecer, ahora o en un futuro, tanto a una como a otra[9], parece refrendar esta postura.

A esta corriente se le suele plantear la crítica de que toman la parte por el todo. Aunque haya estudios en los que analizando un caso particular se llegue a la conclusión de que las relacio-

7 Esta propuesta se encuentra en la base del llamado *modelo de ósmosis* en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, que explica el progreso humano de forma unidireccional: a mayores inversiones en ciencia básica (progreso científico), se obtienen más y mejores aplicaciones tecnológicas (progreso tecnológico), que llevadas al sector industrial (progreso económico) ayudan a mejorar la calidad de vida (progreso social) (González García *et al.* 1996: 31).

8 Pero que, sin embargo, constituyen parcelas distintas del saber.

9 «Aunque un resultado fruto de estas investigaciones pueda parecernos de carácter más científico o más tecnológico, ello no significa que la ciencia y la tecnología sean entidades diferentes, porque esos resultados pueden ser empleados en el futuro tanto por unos como por otros para obtener nuevos y diferentes resultados prácticos o teóricos» (Cuevas, 1999).

nes son tan estrechas que no pueden apreciarse entre ellas diferencias, esto no nos debería llevar a afirmar nada sobre toda la tecnología y toda la ciencia:

> [...] haber encontrado un caso en el que las relaciones adopten esa forma no justifica concluir que todas las tecnologías puedan ser confundidas con alguna teoría científica, puesto que puede darse el caso de que una tecnología esté relacionada con varias áreas científicas, e incluso estarlo además con otras tantas tecnologías diferentes (Cuevas, 1999).

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DESDE LA ONTOLOGÍA Y LA HISTORIA

Todas estas aproximaciones a las relaciones ciencia-tecnología parecen dejarnos claro que no hay ningún consenso al respecto. Pero todas ellas parecen tomar como sus objetos de estudio los resultados de los procesos científico-tecnológicos (teorías, métodos, instrumentos, artefactos, tipos de conocimiento), sin atender detenidamente a lo que sean realmente la ciencia y la tecnología, o a lo que representen para el hombre y la sociedad que convive con ellas (o quizá a veces a pesar de ellas).

Podemos plantearnos, en un intento por presentar un análisis alternativo de esas relaciones, dos niveles distintos en los que ciencia y tecnología entran en relación. Uno sería la relación de tipo histórico, esto es, cuál aparece antes en la historia, y por otro lado, sus relaciones a nivel ontológico, refiriéndonos a las relaciones internas entre tecnología y ciencia, en donde encontraremos la polaridad (que ya vimos antes) entre tecnología como ciencia aplicada y ciencia como técnica teorizada. Ambos niveles guardan una estrecha relación, puesto que si defendemos la historicidad previa de la tecnología, no podremos entenderla como ciencia aplicada (no habría, en ese caso concreto, ciencia que aplicar), mientras que en el caso de que aceptemos la visión de la tecnología como ciencia aplicada tendremos que aceptar la prioridad histórica de esa ciencia que aplicamos (sea lo que sea lo que apliquemos de la ciencia: teorías, métodos...).

En esta relación ciencia-tecnología podemos establecer dos casos extremos, que llamaremos, con Ihde (1983: 236), el idealista y el materialista.

La visión idealista mantiene que la ciencia precede y funda a la tecnología (esto es, la prioridad histórico-ontológica de la ciencia sobre la tecnología). Los requisitos para crear tecnología (entendida como tecnología moderna, puesto que esta visión mantiene la división entre tecnología antigua y moderna) son haber mirado dentro de las leyes de la naturaleza, la creación de un sistema conceptual a nivel formal y abstracto, y la habilidad para aplicarlo al mundo material, creando para ello la tecnología.

Esta visión se acompaña de una interpretación de la historia de la ciencia y la tecnología modernas como sigue: tras un período de oscuridad en la historia europea, revive el espíritu científico de los griegos en el renacimiento. Los europeos recuperan el interés por la naturaleza y las especulaciones sobre ella, y crean un método de comprender la naturaleza que llamamos ciencia moderna.

El auge de la ciencia moderna incluye: (1)-Los descubrimientos de unas matemáticas más sofisticadas; (2)-un movimiento gradual desde nociones religiosas y teológicas hacia otras más mecanicistas y materialistas; (3)-un método que dirige de las raíces más especulativas hacia la experimentación y (4)-un movimiento que lleva a la física como ciencia primaria o al menos, como *primum inter pares*. Sólo tras este desarrollo histórico de la ciencia aparece la tecnología en sentido moderno.

¿Qué debería ser la tecnología según este enfoque? En el caso paradigmático, tecnología será obviamente dependiente para su forma de consideraciones científico-teóricas. Debería incluir: 1) un sistema complejo e interrelacionado; 2) trabajos entendidos sólo mediante teorías científicamente derivadas; 3) componentes que contengan partes esótericas y unidades, resultados de procesos complejos y científicamente determinados; 4) máquinas microscópicas, organizaciones internas, movimientos mecánicos o electrónicos desarrollados desde microniveles de manufactura y construcción planeada. La tecnología tradicional o «low» será aquella que es simple, conseguida mediante un proceso de ensayo y error, que contiene sólo rudas interrelaciones entre sus partes, y que es comprensible por cualquier persona inclinada hacia la mecánica. Una vez más, las diferencias se centran en el plano epistemológico que, como ya hemos comentado, revela una comprensión de la tecnología reduccionista.

Esta posición que mantiene la ciencia como condición de la tecnología acentúa la diferencia entre la supuesta tecnología pre-científica y la

científica, que es vista como disyuntiva con respecto a la tradicional. La dependencia histórica de la tecnología es un caso especial de dependencia: sólo depende históricamente de la ciencia la tecnología moderna.

En contraposición con esta visión idealista, situamos la que hemos denominado antes materialista.

M. Heidegger es quizá el filósofo que más profundamente ha abordado la cuestión de la tecnología como asunto central de la filosofía. La posición que desarrolla en «The Question Concerning Technology» presenta la tecnología como ontológicamente, pero no históricamente, anterior a la ciencia (Ihde 1983: 238).

En su argumento encontramos una profunda ambigüedad respecto a lo que debemos entender como tecnología. A nivel ontológico, tecnología (la esencia de la tecnología) es un cierto modo de experienciar, relacionar y organizar el modo en que los humanos se relacionan con el mundo natural. Heidegger acepta históricamente la noción de que la tecnología científica moderna es esencialmente diferente de la tradicional.

En el centro de la visión de Heidegger sobre la tecnología yace una inversión de la visión estándar (la visión idealista). Más que la tecnología ser una herramienta para la ciencia, la física moderna es la herramienta necesaria para la tecnología. Obviamente, la física está necesariamente relacionada con sus instrumentos, pero la física moderna no es una física experimental porque aplique aparatos al cuestionamiento de la naturaleza, sino que la física, como teoría pura, permite a la naturaleza exhibirse como una coherencia de fuerzas calculables *a priori*: se diseñan los experimentos precisamente con el propósito de responder si y cómo la naturaleza se comporta cuando se le abre esta vía de manifestación. Esta inversión conserva el sentido de que la ciencia precede a la tecnología. Este sentido residual de la ciencia como previa a la tecnología permite mantener las diferencias entre la tecnología moderna y la tradicional.

Mientras afirmamos la prioridad ontológica de la tecnología, encontramos un sentido secundario en el que la tecnología sigue cronológicamente los desarrollos de la ciencia y un sentido en el que hay una diferencia disyuntiva entre la tecnología tradicional y la moderna. La ciencia queda como el evento que finalmente nos muestra lo que es la tecnología ontológicamente. La ciencia es el heraldo cronológico de la tecnología.

Este argumento se mantiene por los diferentes usos que hace Heidegger de tecnología. Podemos llamar definición superficial de tecnología a la tecnología entendida como mera herramienta de la ciencia. Una segunda definición deriva del griego *téchne*: es el nombre tanto de las actividades como de las habilidades de artesanos y de las artes de la mente y de la mano, ligada al hacer creativo, *poiesis*. *Téchne* es una creación que es un tipo de conocimiento.

Una tercera y última definición heideggeriana de tecnología hace de la tecnología un modo de verdad o desvelamiento (*alétheia*). Tecnología en esencia revela el mundo de una cierta manera. La esencia de la tecnología nos permite ver, ordenar, relacionar el mundo de una forma particular. La naturaleza deviene esa fuerza de energía para el uso humano, y este modo de relaciones con el mundo se convierte, en la tecnología, en la vía dominante y primaria de nuestro modo de comprender el mundo. Sólo después de entender tecnología como modo de relacionarnos con el mundo podemos aceptar que la ciencia sea la herramienta necesaria para la tecnología. La ciencia se convierte en un modo de conocimiento que da poder: deviene baconiana. Y con este movimiento, la inversión es completa: tecnología como la revelación del mundo como reserva, es la presuposición ontológica de la ciencia moderna.

Pero la tecnología puede mostrarse no sólo ontológica, sino también históricamente previa a la ciencia, y esto sería si la prioridad histórica fuera de naturaleza tal que pudieramos entenderla como condición experiencial de posibilidad de la ciencia moderna. Esta visión tendría además la ventaja de ser contínua con la observación ordinaria de que alguna forma de tecnología es universal y ocurre siempre que hay sociedades humanas. Esta visión es la aportación de Lynn White Jr., que ha provocado una revisión de nuestro modo de entender el periodo medieval con respecto a la tecnología (Ihde 1983, 241).

Con los distintos inventos en la edad media (molinos, estribo, reloj...) hacia el 1500 nos encontramos en un periodo caracterizado por la confianza en la tecnología, el proceso de invención y el deseo de dominar la naturaleza mediante artefactos humanos. Además, hacia 1500 Europa ha desarrollado alguna de la instrumentación fundamental para la posibilidad investigadora de la ciencia, en el moderno sentido experimental. Podemos decir que hubo un auténtico descubrimiento académico de la importancia del avance tecnológico en la vida medieval.

Don Ihde (Ihde 1983: 244) plantea la prioridad ontológica e histórica de la tecnología frente a la ciencia desde el análisis tanto de las técnicas de medición del tiempo y del espacio en la edad media, como de las técnicas de navegación en Europa y en las Islas Polinesias. En el primer caso, a través del uso de tecnologías, la percepción espacio-temporal del hombre medieval cambió (a través de relojes y lentes), lo que le permitió sentar las bases de una forma científica de experimentar el mundo, un mundo cuyas características pueden considerarse como unidades discretas, concebido bajo el signo de relaciones mecánicas. En el análisis de las técnicas de navegación, mientras en el caso europeo para experienciar la distancia se utilizan desarrollos perceptuales tecnológicamente mediados, los polinesios parten de los datos perceptuales de la naturaleza. En ambos casos (europeo y polinesio) nos encontramos con una práctica que permite alcanzar los mismos objetivos. Pero esas prácticas implican diferentes visiones del mundo.

La prioridad no es contraria al sentido trivial en el que los humanos utilizamos la tecnología de forma universal y arcaica, común a todas las culturas tengan o no ciencia. El modo en que esta prioridad opera es a nivel de la praxis básica dentro de un mundo-de-vida, que nos inclina o nos predispone hacia un mundo científico. La ciencia se convierte en la llegada a la consciencia de estas actividades que proyecta la forma de vida implícita hacia el universo, y una consciencia que se purifica procedimentalmente de diversos elementos. Esta purificación es también una justificación de la tecnología.

El Renacimiento, enamorado de invenciones, con su deseo de medir y usar el mundo, creó sus artefactos con la forma de vidas animal y humana. Sólo gradualmente emergió la abstracción necesaria para la tecnología en su sentido contemporáneo, lo que les liberó para ser «científicas» en el sentido de ser aplicaciones de una metafísica puramente tecnológica[10]. Este movimiento gradual de des-animación de la tecnología para llegar a un puro funcionalismo está latente en la tecnología y es una preparación para la visión científica del mundo.

La relación entre las visiones idealista y material puede entenderse de modo distinto. El tema es si puede o no decirse, y en qué sentido, que la tecnología científica es estrictamente distinta de la tradicional. En un sentido es diferente. En otro no.

[10] En el caso de los instrumentos de medida, no asumen la apariencia severamente práctica que tienen hoy en día hasta el siglo XVIII (Derry y Williams 1986: 226).

No es diferente porque las tecnologías tienen y continúan teniendo las mismas dimensiones existenciales con respecto a los humanos que las usan. La tecnología media nuestra experiencia del mundo, de modo que nuestra vida cambia; la tecnología puede ser lo «otro» de nosotros, con lo que nos relacionamos, y pueden ser aspectos de nuestro mundo. En cada caso, las apariencias de la tecnología deben ser vistas como contínuo con la tecnología más arcaica.

El sentido en el que tecnología tradicional y moderna son diferentes depende de la interacción sinergética de una tecnología hecha abstracta o purificada mediante la auto-consciente conexión con la ciencia. Pero en este caso, como hemos viniendo diciendo a lo largo de todo este texto, el énfasis del análisis no se pone en lo que sea la tecnología antigua y la moderna, sino más bien en el diferente carácter epistémico de una y de otra, lo que, entendiendo la tecnología como un complejo sistema de interrelaciones dentro de un marco socio-técnico, no nos parece suficientemente relevante como para trazar una frontera infranqueable.

Otra vuelta de tornillo

Con esta imagen de la tecnología como histórica y ontológicamente previa a la ciencia, parece ser lícito cuestionarnos si realmente esta prioridad se da como relación entre dos ámbitos diferenciados, o si podríamos decir que estamos hablando de una misma cosa. Si bien podemos establecer diferencias entre ciencia y tecnología, también es cierto que una mirada más detenida a aquellas prentendidas áreas científicas pueden llevarnos a cambiar de opinión. Y me explico.

Durante los trescientos o cuatrocientos años que solemos conceder de vida a la ciencia moderna, es usual reconocer como el paradigma de la misma a la física. La física ha sido, desde Newton (quizá incluso antes), el ejemplo de ciencia por excelencia, aquella rama del saber a la que todas las demás querían parecerse. Si hay una ciencia con mayúsculas, esa debe ser, por antigüedad y por la historia de sus logros, la física. Pero adentrándonos mínimamente en lo que significa la física (entendida como física moderna, no aristotélica), podemos encontrar razones para decir que, realmente, la física podríamos entenderla como una tecnología, más que como una ciencia.

Para esto, debemos comenzar por plantearnos lo que cualquier físico piensa cuando reflexiona sobre su disciplina. ¿Qué es la física? ¿Qué intenta explicar? Por de pronto diremos, con Janich (Janich, 1978), que los físicos entienden la física de un modo naturalista. ¿Qué significa esto?

Tanto la palabra *física* como la palabra *naturalista*, viniendo una del griego y otra del latín, hacen referencia a lo órganico, a partes vivas de la naturaleza. Irónicamente, los físicos deben su enorme «triunfo» al abandono en el siglo XVIII del enfoque aristotélico. El centro de este enfoque era el entender el movimiento mediante una teoría de causas. Así, se podían entender la caída libre y la proyección como un tipo especial de movimientos explicables desde causas exteriores, distinguiéndolos de otro tipo de movimientos, los orgánicos. Por otro lado, este análisis no podía explicar algo tan propio de la mecánica clásica como el principio de inercia. La naturaleza, en el sentido específico de la física clásica, es lo inanimado. Consecuentemente, los físicos, desde el siglo XVIII hasta hoy, se han referido a ella como *mecánica*. Decir que los físicos entienden su ciencia de un modo naturalista se refiere al cambio terminológico de «naturaleza» desde lo orgánico o vivo a lo mecánico o técnico.

A pesar del avanzado instrumental, tanto conceptual como no-lingüístico, que se ha introducido en la investigación física, se dice que la curiosidad del físico se dirige hacia los fenómenos naturales (por medios técnicos), que se aislan de forma pura o que se demuestran como dependientes de condiciones totalmente manejables.

De algún modo, la física preserva parte de una *tradición mítica*. Ningún físico moderno personalizaría la naturaleza. La naturaleza se *cosifica*. Se la define como un objeto dado sobre el cual la investigación empírica puede enseñarnos que hay ciertas leyes válidas en él. Incluso la mayor crisis en los fundamentos de la física, que llevó a las teorías de la relatividad y la física cuántica, no abandona esta convicción.

Una interpretación naturalista de la historia de la física corresponde a una explicación naturalista de sus teorías. Así, la historia de la física se escribe como una cronología de sucesivos descubrimientos. En lo que toca a las teorías, la historia conduce a un crecimiento en la unificación del conocimiento al *subsumir* teorías parciales en otras más comprehensivas. Parte de esta idea es la creencia de que las teorías más antiguas de la física no se falsan, sino que se definen más precisamente

respecto del dominio que les es propio. La naturaleza y sus leyes aún se mantiene como la base fundamental para el desarrollo histórico de teorías.

Esta concepción naturalista se ha criticado desde muchos puntos de vista. Uno de ellos se centra en la teoría de los lenguajes científicos. Se apunta aquí a que cualquier ciencia necesita representar sus resultados lingüísticamente, y cualquier terminología (cualquier modo de comunicar los resultados) tiene un componente convencional que no está determinado por la naturaleza o sus leyes.

Otra crítica se basa en la debilidad de la interpretación naturalista de la historia de la física. El concepto de naturaleza ha cambiado durante la historia de la cultura –y ha cambiado, a veces, por causa de la propia ciencia– así que es absurdo hablar de la naturaleza como algo históricamente delimitable y como objeto de la ciencia. La relación entre hombre y naturaleza en las áreas de la producción de alimentos y la manufactura de bienes rompe con la asunción de que hay una naturaleza que puede ser investigada independientemente de todos los presupuestos históricos.

Aquí partiremos de la consideración de que la física tiene que ver necesariamente con *instrumentos* –una observación que hace justicia al hecho incuestionable de que los físicos, como científicos empíricos, ganan su experiencia sólo mediante el uso de instrumentos particulares, aparatos y herramientas–. La experiencia de la ciencia natural moderna está necesariamente estructurada por su instrumentación. Los instrumentos usados para la colección de resultados empíricos en la forma de protocolos de observaciones o medidas son ellos mismos constitutivos de dichos resultados. Una consideración más detenida nos permitirá distinguir al menos *tres tipos de instrumentos físicos*, según las intenciones que se buscan con cada uno, o dependiendo de los presupuestos de su construcción o uso.

Un tipo de instrumentos se utiliza para la *observación de los fenómenos naturales*. Estos son, en primer lugar, la observación visual de los fenómenos astronómicos, la naturalidad de los cuales consiste en ser independientes del hombre[11]. Esta independencia de los planetas y

[11] Entendiendo esta independencia no como *independencia del observador*, ya que sin observador no hay observación, y el mero hecho de hablar de *fenómenos astronómicos* implica una observación, un observador y una interpretación de la misma por parte de éste. Nos referimos, al hablar de independencia del hombre, a que los fenómemos astronómicos parecen existir sin que los humanos debamos provocarlos.

estrellas y también de cualquier fenómeno metereológico o geológico significa que «está ahí», que se puede ver sin instrumentos, aunque sea de una forma difusa, y que, sobre todo, no es un artefacto (no es producido por el hombre). Pero ya no es posible realizar un descubrimiento científico de primer grado descubriendo con el telescopio que la superficie de la luna no tiene sombras, sino cráteres. Los físicos de hoy están acostumbrados a decir que los fenómenos naturales se describen de un modo cuantitativo. En otras palabras, lo que se muestra se muestra como un dato numérico relevante para una teoría y relevante sólo en conexión con un particular instrumento de medida. Pero esta visión no distingue entre resultados de medida y resultados de observación, aunque cualquier uso de una herramienta de medida siempre construye un «factum» de un «datum», al elegir entre escalas o unidades.

Así, los *instrumentos de medida* aparecen como la segunda clase de instrumentos físicos. Aunque es indiscutible que la medida dice algo acerca de lo que está siendo medido, los instrumentos de medida sirven para crear fenómenos artificiales. El mejor ejemplo es el reloj. Si lo comparamos con un microscopio, este segundo nos permite observar la estructura interna de una célula. Esta célula es un objeto que existe independientemente del hecho de su observación. Los relojes no muestran el «objeto natural» tiempo, o el paso del tiempo, como si ese objeto fuera algo natural como el fluir de un río. El tiempo, o más precisamente, el dominio de las afirmaciones temporales relevantes para la física, no existe naturalmente. Es un *producto cultural* que permite la comunicación sobre comparaciones de hechos con respecto a su duración o sucesión. Estas comparaciones son entonces generalizables al referirse al movimiento estándar que se produce artificialmente como movimiento uniforme en un reloj de pulsera.

De este modo, la *duración* de un evento que mide un reloj es un *fenómeno artificial.* Y la situación de otros instrumentos de medida es análoga. En resumen, mientras los fenómenos naturales como nubes, estrellas y lagos pueden observarse porque existen independientemente de la acción humana, longitudes, duraciones, velocidades, aceleraciones, masas, fuerzas, fricciones, cargas, tensiones, etc. no existen independientemente de las acciones humanas. Estas entidades se producen como cualidades cuantificadas mediante instrumentos técnicos.

Las dos clases de instrumentos mencionados se caracterizan en términos de sus propósitos, esto es, *hacer las observaciones y medidas técnicamente posibles.* Pero aún hay más instrumentos que utilizan los

físicos. En concreto, el *experimento*. El experimento es más una actividad para producir *efectos técnicos* –que pueden describirse apropiadamente como una actividad ingenieril más que científica– que una investigación en la naturaleza: es más un intento de producir procesos o estados artificiales que una búsqueda de la verdad. El experimento suele llevar a aserciones del tipo: si una situación *s* (definida por un conjunto de condiciones descritas en parámetros físicos) se produce, entonces el proceso *p* ocurre (lo que incluye el caso especial en el que el proceso *p* sea un estado). Para ello, se utilizan instrumentos de medida y de observación, pero también requiere más cosas. Las acciones mismas del experimentador dirán si el interés en el efecto técnico momentáneo conlleva el interés en aprender algo del experimento para su repetición.

El físico, para ser capaz de aprender de sus éxitos o fracasos, necesita al menos una conjetura sobre la función de su aparato experimental, esto es, necesita un criterio para el éxito *técnico* de su experimento. Y como el físico sugiere algo acerca de lo que él mismo ha producido, o al menos designado, es más apropiado decir que, en el nivel de este conocimiento técnico, requiere un *plan* para su experimento. Los experimentos físicos, así, se nos desvelan como consistentes en la producción técnica de artefactos de acuerdo con planes, algunas de los cuales serán técnicamente exitosos, mientras otros no lo serán.

Tradicionalmente, se suele entender que todo conocimiento de la naturaleza comienza con la observación provocada por regularidades naturales, y lleva a la ciencia mediante la introducción gradual de aparatos técnicos de observación. De este modo, los experimentos son vistos como intentos técnicos adicionales de realizar hechos naturales bajo condiciones más claras y puras, añadiendo sucesivamente parámetros particulares como constantes y variables. Lo que no suele verse tan claramente es cómo toda la instrumentación científica (instrumentos de observación, de medida y experimentación) acaban transformando un hecho pretendidamente natural en un ente técnico que ya no pertenece, por las características propias de su génesis, al mundo natural, sino al artificial. Esto es, acaban creando un artefacto tecnológico, aunque no revista la forma de *cosa* sino de *teoría sobre el mundo*[12].

[12] Por otro lado, debemos abandonar la imagen de la tecnología como meramente tecnología *artefactual*. Un buen ejemplo de otras formas de entender la tecnología lo tenemos en las *biotecnologías*, las *tecnologías organizativas* y las *tecnologías simbólicas* (cfr. Álvarez Revilla et al., 1993).

Este análisis de la física podríamos extenderlo a cualquier parcela de la ciencia actual[13], haciendo comprensible el modelo de ciencia como tecnología para cualquier campo que la ciencia abarque. Debemos remarcar que no es sólo que la ciencia *utilice* en su trabajo de investigación artefactos técnicos. Ni siquiera el entender la ciencia como tecnología lo basamos en que, básicamente, la ciencia es una tecnología organizativa (de organización del conocimiento), que requiere todo un complejo sistema de notación (tecnología simbólica). El núcleo de esta línea de argumentación estriba en que la ciencia *no estudia* la naturaleza, sino que diseña artefactos técnicos (o tecnológicos: los experimentos) a partir de datos técnicos (o tecnológicos: constantes, variables... conceptos como fuerzas, masas, etc.) que no aparecen en la naturaleza. No hay un correlato objetivo para unos conceptos tan básicos en ciencia como el tiempo o el espacio: éstos son resultados de la introducción de constructos culturales (y técnicos, o tecnológicos).

A MODO DE RESUMEN: ALGUNAS CONCLUSIONES

A lo largo de este texto hemos tratado de romper con algunos tópicos en las concepciones de la técnica, la ciencia y la tecnología, presentando otra visión alternativa a la visión clásica del tripo «técnica-ciencia-tecnología», que nos parece más adecuada para comprender las relaciones entre ciencia y tecnología.

[13] Basta pensar en los superaceleradores de partículas, los microscopios electrónicos, el telescopio orbital Hublle o cualquiera de los miles de ejemplos que podríamos adhucir. Como modelo del funcionamiento tecnológico actual de la ciencia (no sólo en cuanto al empleo de artefactos en el trabajo del científico, sino también como estudio de objetos no-naturales, sino técnicamente construidos), podríamos proponer el que Burno Latour (1987: 1) menciona como *escena 1* en la introducción a su libro *Science in Action:*

«*Escena 1*: En una fría y soleada mañana de octubre de 1985, John Whittaker entró en su despachó del edificio de biología molecular del Instituto Pasteur, en París, y encendió su ordenador *Eclipse MV/800*. Segundos después de haber cargado los programas especiales que había escrito, una imagen tridimensional de la doble hélice del ADN apareció en la pantalla. John, informático, había sido invitado por el Insttituto para escribir programas que pudieran producir imágenes tridimensionales de las espirales de ADN y relacionarlas con los miles de nuevas secuencias de ácido nucléico que aparecían cada año en las revista y las bases de datos. "Bonito dibujo, ¿eh?", dijo su jefe, Pierre, que estaba entrando en el despacho. "Sí, buena máquina también", respondió John» (la traducción es nuestra).

Al hacer esto, nos posicionamos en la línea de pensamiento que considera fundamental a la hora de entender la tecnología el modo en que ésta afecta al y es afectada por el ser humano. La tecnología nos aparece así como un sistema que envuelve y determina cada aspecto de la vida. No es posible concebir la tecnología como uno más de los sistemas parciales que constituyen el mundo del hombre. De otro modo, podríamos abandonarlo y marcharnos a otro sistema no tecnológicamente determinado. Pero la tecnología permea toda la vida –excepto quizá una pequeña reserva de privacidad religiosa (Heinz Holz, 1983: 319)–. Es, como la naturaleza, universal; de hecho, es un sustituto de la genuina naturaleza[14].

Con estas afirmaciones ponemos sobre el tapete la autonomía y neutralidad de la tecnología y la idea de una entidad sujeta a su propia dinámica interna de desarrollo –la eficacia creciente–, ajena a cualquier tipo de intervención social. En suma, cuestionamos lo que se ha denominado como *imperativo tecnológico.*

La visión estándard del triplo «técnica-ciencia-tecnología» considera que la tecnología encierra a la técnica y que ambas progresan, formando dos mundos separados pero relacionados, a veces divergentes y en otras ocasiones convergentes, y establece diferencias entre técnica y tecnología atendiendo a los métodos y medios utilizados para su actuación sobre el entorno, relacionándolos con:

1. El tipo de conocimiento utilizado
2. La metodología empleada
3. El alcance, riesgo e impacto de la práctica
4. El tipo de propagación
5. Los requerimientos de su implementación

[14] En este sentido, es relevante recordar algunas afirmaciones de Ortega y Gasset (1992):

– «El hombre no vive ya en la naturaleza, sino que está alojado en la sobrenaturaleza que ha creado con un nuevo día del génesis: la técnica» (pág. 14).

– «La técnica es la reforma de la naturaleza» (pág. 28).

– «La técnica es lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto» (pág. 31).

– «Un hombre sin técnica, es decir, sin reacción contra el medio, no es un hombre» (pág. 32).

6. Los avances, desventajas y ventajas
7. Los cambios socio-culturales

Respecto a 1, estamos en el caso anteriormente comentado de la división por cuestiones epistemológicas, que ya desestimamos. El mismo argumento que nos llevó a romper con esa división, podemos utilizarlo para abandonar como argumento de peso el segundo, que se centra en cuestiones metodológicas. En los casos 3-7, de aplicarlos como criterios de distinción, nos encontraríamos no con una frontera entre tecnología y técnica, sino como base para trazar múltiples barreras entre todas y cada una de las tecnologías y técnicas tradicionalmente consideradas, ya que cada una de ellas varía de forma sustancial en estos puntos. Además, cabría cuestionar la capacidad de discernimiento de los avances, ventajas y desventajas que una determinada técnica o tecnología pudieran aportar (punto 6), así como en el caso de los cambios socio-culturales provocados por una técnica o tecnología concretas (punto 7); así como nos parece trivial plantear las graves diferencias en los puntos 3-5 que podríamos encontrar entre dos técnicas tradicionalmente presentadas como tales, como pudieran ser el botijo y el hacha.

Siguiendo con estos siete criterios de demarcación, es interesante notar como, finalmente, se reducen a uno. De estos criterios se extrae como conclusión, de nuevo, la división apoyada en criterios epistémicos, presentándonos en base a ellos la técnica como

> «aquellos procesos que consisten en una determinada forma de producción, utilizada en una circunstancia dada, cuya efectividad es empírica, es decir, no se ha inducido o deducido de conocimientos anteriores aplicando el método científico [...] [así como] la técnica vista como aquellas prácticas precientíficas, en principio escasamente o nada racionales, basadas en el conocimiento empírico de los hechos» (Santander Gana, 1995:23)

Nos parece, por tanto, más adecuada la visión del complejo técnica tecnología como contínuo en el tiempo, sin realizar el tradicional corte basado en la aplicación de la ciencia a la técnica. La división entre técnica y tecnología es fruto del analista, al igual que lo es el que trata de diferenciar la tecnología del contexto social en el que se produce.

Pero no podemos dejar a la ciencia de lado cuando hablamos de tecnología (entendida como ese contínuo que mencionábamos antes). Debemos cuestionarnos, desde lo que hemos ido exponiendo en este texto, la existencia separada de ciencia y tecnología.

Una primera conclusión posible, a la vista de las relaciones ontológicas e historicas entre ciencia y tecnología, sería la de plantear que, a partir del surgimiento de la ciencia moderna, ésta se ha visto tan profundamente relacionada con la tecnología que las fronteras entre ambas son difícilmente trazables. Sin embargo, podemos llegar aún más lejos.

El conocimiento científico es un componente (uno más, ni el principal ni el último) del complejo entramado socio-técnico actual. En la medida en que se distancia de lo natural y comienza a situar como objeto de estudio construcciones técnicas, debemos incluirla en el ámbito de la tecnología, ya que en la línea que va del objeto de estudio al resultado, no encontramos más que tecnologías (tanto el objeto, como los instrumentos, como los experimentos como las teorías resultantes pueden ser pensadas desde la tecnología).

¿Significa esto que no existe la ciencia? ¿que todas sus afirmaciones sobre el mundo son artificiales y que, por tanto, el mundo no tiene por qué ser como nos lo presenta? No es el objeto de este artículo el entrar a contestar estas cuestiones[15]. Lo que hemos querido es mostrar otro modo de comprender la ciencia y la tecnología que no suele plantearse tan frecuentemente como el de la imagen de tecnología como ciencia aplicada o la llamada *tecnociencia*. Por supuesto, este enfoque no está exento de críticas, pero nos parece más acorde con la realidad de la tecnología y cómo afecta ésta al ser humano (y cómo es afectada por él).

No debe alarmarnos, por otro lado, el considerar la ciencia como tecnología. Quizá la alarma, en este caso, venga suscitada por una mala comprensión de la tecnología, entendiéndola únicamente como el proceso de producción de artefactos. La ciencia, por ser una tecnología, no pierde ni prestigio ni poder explicativo: nadie la *degrada* hasta situarla a la altura de la sandalia o la alpargata. El científico puede, por tanto, dormir tranquilo: mantiene su *status* dentro de la sociedad.

[15] Sobre posibles líneas de tratar estos temas, apuntamos algunas vías en nuestro análisis del «asunto Sokal» (López Devesa, 1997).

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Revilla, A.; Martínez Márquez, A.; Méndez Stingl, R. (1993): *Tecnología en Acción*, Barcelona, RAP.

Basalla, G. (1988): *The Evolution of Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bunge, M. (1966): «Technology as Applied Science», *Technology and Culture*, 3: 329-347.

Carpenter, M.; Narin, F. y Woolf, P. (1981): «Citation Rates to Technologically Important Patents», *World Patent Information*, vol. 3, 30 de mayo, Detroit.

Cuevas, A. (1999): «Consideraciones Filosóficas en Torno a las Relaciones entre la Ciencia y la Tecnología», *Boletín Informativo nº 19*, Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España, Julio 1999.

Derry, T. y Williams, T. (1986): *Historia de la Tecnología. Antigüedad hasta 1750*. Madrid, Siglo XXI.

González García, M.I., López Cerezo, J.A., Luján López, J.L. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*, Madrid, Tecnos.

González García, M.I., López Cerezo, J.A., Luján López, J.L. (eds.) (1997): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Barcelona, Ariel.

Heinz Holz, H. (1983): «The Import of Social, Political and Anthropological Considerations in an Adequate Philosophy of Technology», en Durbin, P. y Rapp, F. (eds.) (1983) *Philosophy and Technology*, Dordretch, D. Reidel Publishing Company, (319-322).

Ihde, D. (1983): «The Historical-Ontological Priority of Technology over Science", en Durbin, P. y Rapp, F. (eds.) (1983) *Philosophy and Technology*, Dordretch, D. Reidel Publishing Company, (235-252).

Janich, P. (1978): «Physics - Natural Science or Technology?», *The Dynamics of Science and Technology*, Sociology of the Sciences, vol. II, Kronh/Layton/Weingart (eds.), D.Reidel Publishing Company, Dordretch, Holland, 3-27.

Kline, R. (1995): «Constructing "Technology" as "Applied Science". Public Rethoric of Scientists and Engineers in the United States», *Isis*, 86: 194-221.

Latour, B. (1987): *Science in Action*, Cambridge, Harvard University Press.

López Devesa, E. J. (1997): «Recibiendo Coces de un Caballo Muerto. El Caso Sokal y el Escándalo Wise», *Dilema*, 2: 19-34.

Mitcham, C. (1994): *Thinking through Technology. The Path between Engineering and Philosophy*, Chicago, Chicago Press.

Narin, F. (1982): «Assessment of the Linkages between Patents and Fundamental Research», *Workshop of Patents and Innovation Statistics*, OECD (DSTI/SPR, 82, 36).

Narin, F. y Noma, E. (1985): «Is Technology Becoming Science», *Scientometrics*, 7: 369-381.

Ortega y Gasset, J. (1992): *Meditación de la Técnica y Otros Ensayos sobre Ciencia y Filosofía*, Madrid, Alianza Editorial

Price, D. de S. (1965): «Is Technology Historically Independent of Science? A Study in Statistical Historiography», *Technology and Culture*, 6: 553-558.

Sanmartín, J. (1987): *Los Nuevos Redentores. Reflexiones sobre la Ingeniería Genética, la Sociología y el Mundo Feliz que nos Prometen*, Barcelona, Anthropos

Santander Gana, M.T. (1995): *Reflexiones en Torno a la Tecnología. Su Diagnóstico en la Periferia*, Tesis Doctoral, Valencia.