

APROXIMACIONES A LA TECNOLOGÍA DESDE LOS ENFOQUES EN CTS

Carlos Osorio M.

Universidad del Valle, Colombia.

Red CTS+I, OEL.

1. Introducción

Si se le pregunta a un empresario que entiende por tecnología, es común encontrar una respuesta que invoque a las máquinas y a las herramientas como los testimonios de la tecnología, aparatos que tienen utilidad y sirven para algo (CPP, 1997). Pero si la pregunta le llega al director de un laboratorio de investigación y desarrollo, la respuesta puede ser otra, y sin embargo estamos hablando de lo mismo, en este caso la tecnología sería ciencia aplicada.

Se trata de dos respuestas muy comunes en el ámbito de la definición de la tecnología, pero se trata de respuestas parciales, que fácilmente no dejan ver más que uno de los aspectos de la tecnología y que por lo demás la convierte en un campo de representaciones, de un lado artefactual, en el caso de la alusión a las máquinas y de otro, de tipo intelectualista, al considerar la tecnología como aplicación de la ciencia.

Veamos lo que tales representaciones o imágenes significan, con el objetivo de problematizar el concepto de tecnología. Seguidamente, se presentarán otras aproximaciones a la comprensión de la tecnología, a partir de los conceptos de Práctica Tecnológica y de Sistema Tecnológico, los cuales constituyen diversos modos de entender la tecnología desde los estudios sociales en ciencia y tecnología o estudios CTS¹.

2. La representación artefactual sobre la tecnología

"La concepción artefactual o instrumentista de la tecnología es la visión más arraigada en la vida ordinaria. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos construidos para una diversidad de tareas" (González, et. al., 1996: 130). Se trata de una imagen según la cual la tecnología tendría siempre como resultado productos industriales de naturaleza material, que se manifiestan en los artefactos tecnológicos considerados como máquinas. Automóviles, teléfonos y computadoras... serían ejemplos, entre otros muchos, de artefactos tecnológicos en los que se cumplirían las condiciones de esta definición de tecnología. Lo tecnológico sería lo relativo a la moderna producción de bienes materiales que la sociedad demanda.

¹ Otra forma de aproximarse a la tecnología desde los estudios CTS, sería la teoría del actor-red (Latour, 1991).

Se considera que esta clase de definiciones, corresponden con la tradicional visión de túnel de la ingeniería, al considerar que la tecnología empieza y termina en la máquina (Pacey, 1983). En ella, se privilegia a la utilidad como el fundamento del hacer tecnológico, descuidando así muchos otros factores que intervienen en la elaboración de una tecnología. Se sabe que otros factores adicionales intervienen en el hacer tecnológico, por ejemplo, los valores de goce existencial, se ha detectado que en el corazón de la ingeniería yace una alegría existencial al hacer obras bien hechas (Florman, 1976). Otros valores también participan en la actividad tecnológica, además de los valores de utilidad, por ejemplo, la creatividad, la cual no es sólo potestad de la ciencia como en ocasiones se pretende ver (Staudenmaier, 1985); los valores estéticos por las obras realizadas, bajo la creencia, por ejemplo, de que si lucen bien están bien hechos (Stanley, 1970); la idea de conquista de la naturaleza, en donde más allá de la experiencia del placer estético y de la capacidad acrecentada que las personas derivan de la tecnología, se encuentra otra fuente de placer asociada al hecho de tener bajo control propio la potencia mecánica y ser el amo de una fuerza elemental (lo que explica el entusiasmo de los adolescentes por las motocicletas, o el diseño de cierto tipo de automóviles). En todos estos casos, "...las metas económicas y los motivos utilitarios parecen completamente insignificantes, el imperativo tiene aquí su raíz en <valores virtuosos>, no económicos, e incluso en el impulso deportivo" (Pacey, *ibid.*: 140). Algunas obras como las catedrales o ciertos proyectos como el Concorde, ponen de manifiesto que en la tecnología habría dos tipos de valores diferentes que se traslapan: los objetivos económicos, racionales y materialistas; y otros, referidos a la máxima búsqueda de la capacidad tecnológica, incluso a la búsqueda de la virtud por sí misma. Los dos conjuntos de valores pueden convivir si no plantean demandas conflictivas y por consiguiente el imperativo de la utilidad resulta insuficiente.

La utilidad a menudo es monetarizada en términos de coste-beneficio, lo que condiciona a la tecnología a su capacidad económica, dejando que un solo aspecto de la misma sea el que se tome en cuenta. Por este camino, estaríamos pensando que sólo los artefactos útiles son los exitosos frente a la sociedad, lo cual contrasta con lo que la historia misma de la tecnología nos puede informar: se han creado artefactos útiles pero no han sido exitosos económicamente.

Esta imagen artefactual tiene otra connotación de grandes alcances y consiste en separar a los objetos tecnológicos de su entramado social. Bajo esta perspectiva, se considera que las tecnologías son productos neutros que pueden ser utilizados para el bien o para el mal, siendo la sociedad la responsable de su uso, ya que en principio la tecnología no respondería más que al criterio de la utilidad y la eficacia y nada tendría que ver con los sistemas políticos o sociales de una sociedad. Pues bien, de nos ser porque es posible hacer otra lectura de los mismos objetos, caeríamos en esta ingenuidad de tono acrítica, por muchos compartida, al ignorar que la tecnología es un sistema de acciones en donde se plasman intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que diseñan, desarrollan, financian y controlan una tecnología. "Lejos de ser neutrales, nuestras tecnologías dan un contenido real al espacio de vida en que son aplicadas, incrementando ciertos fines, negando e incluso destruyendo otros" (Winner, 1977: 38).

Si la tecnología debemos empezar a considerarla como un sistema que integra conocimientos, procesos organizativos, valores y representaciones culturales, así como

elementos técnicos, y tal definición se aplica para sistemas materiales como sociales; el trazado de una avenida, la construcción de un tipo de solución de vivienda, la elaboración de un coche de lujo, el diseño de una universidad, así como la reestructuración de una empresa, en fin, serían tecnologías y como tales se diseñan con presupuestos técnicos, políticos, económicos y sociales, y no son únicamente productos que sigan la noción instrumental de la utilidad y la eficacia. Algunas historias lo muestran claramente, como el diseño de los puentes en Long Island en Nueva York hacia los años de 1920, que incluía unas estructuras de baja altura para que sólo pudieran pasar a disfrutar las playas los vehículos particulares de las familias blancas acomodadas y no los negros que se desplazaban en autobuses (Winner, 1986). Otro ejemplo lo constituye la distribución de los espacios escolares, las cárceles, los hospitales y los talleres en el siglo XVIII, los cuales seguían una concepción de diseño común a partir de un espacio visual (el patio central por ejemplo), en donde se pudiera vigilar de manera minuciosa todas las operaciones del cuerpo, en función de generar una disciplina; es decir, un método que garantizara una sujeción constante del cuerpo, para lo cual el ojo vigilante del maestro, del guardián, del capataz, o del medico, controlaba atento cualquier movimiento que no fuera de docilidad y utilidad (Foucault, 1978).

La tecnología, lejos de ser neutral, refleja los planes, propósitos y valores de nuestra sociedad. Además, esta idea de tecnología artefactual y neutral convierte a los expertos, científicos e ingenieros, en aquellos que detentan el derecho a decidir lo que es tecnológicamente "correcto y objetivo", dejando por fuera la participación de la comunidad en toda decisión tecnológica.

3. La representación intelectualista

El punto de vista más extendido sobre la relación ciencia-tecnología es el que conceptualiza la tecnología como ciencia aplicada. Este punto de vista subyace en el modelo sobre progreso humano que se preconiza desde mediados del siglo veinte: a más ciencia, más tecnología, y por consiguiente tendremos más progreso económico, lo que nos trae más progreso social. Esta ecuación es cuestionable, ya que si bien son muy importantes los avances de la investigación científico-tecnológica, no tiene en cuenta otros productos que surgen en ella: más contaminación, más riesgo techno-científico, más desigualdad entre ricos y pobres (no prevista), más desempleo relacionado con los cambios tecnológicos (al menos en una primera etapa).

Dicha conceptualización ha influido también en presupuestos filosóficos que reducen la tecnología a: un conjunto de reglas tecnológicas, las reglas tecnológicas serían consecuencias deducibles de las leyes científicas, el desarrollo tecnológico dependería de la investigación científica.

Una de las formas de cuestionar el argumento de que la tecnología es solo ciencia aplicada, ha sido estudiando algunos momentos históricos de la tecnología, los cuales demuestran cierta especificidad del conocimiento tecnológico y una relación más amplia con la ciencia y no solo la que se deriva de su aplicación. En su análisis de la historiografía de la tecnología, John Staudenmaier (1985), recopila casos históricos publicados desde 1959

hasta 1980, en la revista *Technology and Culture*, de la Sociedad para la Historia de la Tecnología (SHOT) en los E.E.U.U. Staudenmaier argumenta que la tesis de la tecnología como ciencia aplicada ha sido atacada desde diferentes frentes. Los casos que cita son los siguientes:

- ? La tecnología modifica los conceptos científicos: citando estudios sobre el *Whirlwind Project*, desarrollado tras la II Guerra Mundial en el MIT para crear una computadora digital, concluye que la mayor parte de los conceptos utilizados eran endógenos a la propia ingeniería y los que procedían de las ciencias (especialmente de la física, en relación con el almacenamiento magnético de información) fueron sustancialmente transformados para su utilización en el desarrollo del proyecto.
- ? La tecnología utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia: citando estudios sobre el diseño aeronáutico, muestra que la ingeniería realiza aportaciones importantes a problemas de los que la ciencia no se ocupa. Encuentra una categorización del conocimiento tecnológico en los siguientes niveles: 1) conceptos fundamentales de diseño, 2) criterios y especificaciones, 3) herramientas teóricas, 4) datos cuantitativos, 5) consideraciones prácticas, y 6) instrumentalidades de diseño. En esta categorización, el conocimiento científico es importante en los tipos 2, 3 y 4, pero parte de estos tipos de conocimiento proceden del propio desarrollo tecnológico.
- ? La especificidad del conocimiento tecnológico: aunque existen fuertes paralelismos entre las teorías científicas y las teorías tecnológicas, los presupuestos subyacentes son diferentes.
- ? La dependencia de la tecnología de las habilidades técnicas: la distinción entre la técnica y la tecnología se realiza en función de la conexión de esta última con la ciencia. Sin embargo, se sigue considerando de gran importancia para la tecnología el papel de las habilidades técnicas.

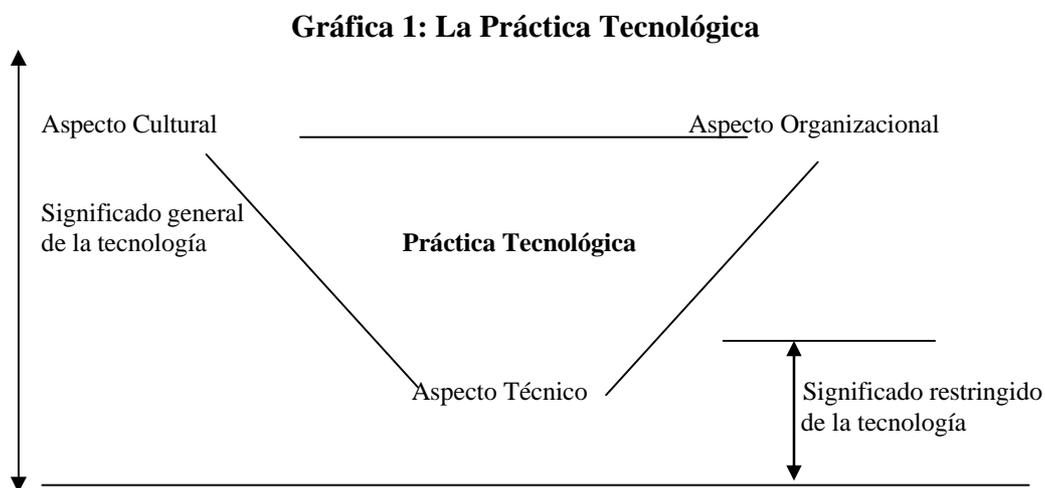
Estas cuatro líneas de argumentación identificadas por Staudenmaier no niegan que exista relación entre la ciencia y la tecnología, lo que niegan es que esta relación sea exclusivamente la que se expresa en la comprensión de la tecnología como ciencia aplicada.

4. La Práctica Tecnológica

Podemos definir la tecnología como sistemas diseñados para realizar alguna función. Se habla entonces de tecnología como sistemas y no sólo de artefactos, para incluir tanto instrumentos materiales como tecnologías de carácter organizativo.

Uno de los conceptos más significativos que ayudan a comprender a la tecnología a partir de su carácter sistémico, es la interpretación de la tecnología como práctica tecnológica; se trata de una definición que resulta de gran importancia para el contexto de los países latinoamericanos. En principio, la definición separa la tecnología de la ciencia como instancia fundadora y aboga por una comprensión sistémica del proceso tecnológico.

El concepto de práctica tecnológica “...viene a ser la aplicación del conocimiento científico u organizado a las tareas prácticas por medio de sistemas ordenados que incluyen a las personas, las organizaciones, los organismos vivientes y las máquinas” (Pacey, 1983:21). Pacey (*Ibíd.*: 118-119) propone el concepto de práctica tecnológica, por analogía con el de práctica médica, por cuanto éste deja ver con mayor nivel de implicación los aspectos organizativos de la tecnología y no solo la dimensión estrictamente técnica. La práctica tecnológica abarcaría tres dimensiones: 1. *El aspecto organizacional* que relaciona las facetas de la administración y la política públicas, con las actividades de ingenieros, diseñadores, administradores, técnicos y trabajadores de la producción, usuarios y consumidores; 2. *El aspecto técnico*, que involucra las máquinas, técnicas y conocimientos, con la actividad esencial de hacer funcionar las cosas; 3. *El aspecto cultural* o ideológico, que se refiere a los valores, las ideas, y la actividad creadora. La práctica tecnológica encierra la integración de estos tres elementos en un sistema, así:



Tomado de Pacey, A. *La Cultura de la Tecnología*, México: F.C.E., 1990, pp. 19.

El concepto de práctica tecnológica involucra a la tecnología como un sistema o sociosistema. El sistema permite intercambios y comunicaciones permanentes de los diversos aspectos de la operación técnica (instrumentos, máquinas, métodos, instituciones, mercados, etc.); pero también en su administración, mediante el tejido de relaciones y de sus sistemas subyacentes implicados; además, el sistema envuelve el marco de representaciones y valores de los agentes del proceso.

El concebir la tecnología como un sistema es un criterio de relación y de coherencia, más no de relaciones lineales. Esta coherencia se expresa en los materiales de los objetos y procesos, en sus condiciones de elaboración, en sus efectos y en sus usos. El carácter de sistema permite poner en relación a los individuos y los grupos entre ellos (productores, consumidores, participantes del intercambio), los agentes (individuales o colectivos), los materiales y medios disponibles y los fines a desarrollar (Seris, 1994).

5. El sistema tecnológico

Otro modelo de análisis de la tecnología desde el enfoque sistémico, lo presenta el historiador T. Hughes, el cual puede ser aplicable a la comprensión de los procesos de innovación. La noción de sistema tecnológico propuesta por Hughes (1.983; 1987), es un modelo basado en el desarrollo de la tecnología del sector eléctrico. Señala que los sistemas tecnológicos están constituidos por complejos y heterogéneos componentes. Los componentes de los sistemas tecnológicos pueden ser artefactos físicos (técnicos), organizaciones (tales como empresas de manufactura, compañías de servicio público y bancos de inversión), asuntos usualmente descritos como científicos (libros, artículos, enseñanza universitaria y programas de investigación), artefactos legislativos (tales como leyes), e igualmente los recursos naturales pueden ser considerados como componentes de un sistema tecnológico.

Las personas (inventores, científicos, industriales, ingenieros, gerentes, financieros y trabajadores), también son componentes del sistema, pero no deben ser considerados como artefactos del mismo, ellos tienen grados de libertad no poseídos por los artefactos. Pese a que los sistemas modernos tienden a burocratizarse y a rutinizarse en órdenes a través de un sistema de personal, se conocen sistemas construidos cuyo diseño implica la posibilidad de definir sus componentes de trabajo. En este caso, la acción voluntaria se ejerce, no tanto en el desempeño del trabajo mismo, como sí en el diseño y sus funciones. Las personas en los sistemas tecnológicos, además de su papel en la invención y en el diseño y desarrollo, cumplen otros papeles, como el de retroalimentar la ejecución de las metas del sistema y corregir los errores, así como el forzar la unidad a partir de la diversidad, la centralización en la forma del pluralismo y la coherencia a partir del caos. El grado de libertad ejercida por las personas en un sistema, en contraste con la ejecución rutinaria, depende de la madurez y el tamaño o autonomía de un sistema tecnológico.

El sistema funciona en completa interacción entre sus componentes, de este modo un determinado componente contribuye directamente, o a través de otros, a las metas comunes del sistema. Si un componente es removido, o si sus características cambian, los otros artefactos en el sistema se alteran.

Mediante el estudio de la EBASCO (Electric Bond and Share Company), sociedad de cartera americana de los años 20 especializada en el sector eléctrico, un sistema tecnológico maduro que involucraba compañías eléctricas, servicios de finanzas, gestión, inventores, ingenieros, así como instituciones de formación e investigación y consultoría; Hughes muestra cómo, en algunas ocasiones, el núcleo técnico de EBASCO fue la causa del desarrollo de la sociedad y en otras, fue el efecto. El sistema configuró la sociedad y fue configurado por ella. A esto le denominó impulso tecnológico. El impulso tecnológico constituye una alternativa al determinismo tecnológico. Se entiende por determinismo tecnológico, la creencia de que las fuerzas técnicas determinan los cambios sociales y culturales (Hughes, 1994: 118).

La comparación entre estos enfoques, el artefactual, el intelectualista o cognitivo y el sistémico, puede verse en la tabla 1.

Tabla 1: Enfoques sobre la tecnología

	<i>Artefactual</i>	<i>Cognitivo</i>	<i>Sistémico</i>
<i>Definiciones</i>	Las tecnologías son herramientas o artefactos	La tecnología es ciencia aplicada	La tecnología es un sistema complejo
<i>Relación con la sociedad</i>	Determinismo Tecnológico	Determinismo tecnológico producto de comunidades científicas	Tejido sin costuras. Impulso tecnológico
<i>Relación Con la Ciencia</i>	Artefactos industriales	Conocimiento mediante reglas y leyes	Conocimientos científicos heterogéneos
<i>Relación con la innovación</i>	Difusión de la innovación por las máquinas	La invención y la I+D	La innovación es social y cultural
<i>Críticas</i>	Visión de túnel. Utilidad, neutralidad.	Neutralidad. Relación más amplia con ciencia y tecnología	La dicotomía interior y exterior.

6. Otras referencias a la noción de sistema tecnológico

La noción de sistema tecnológico se ha vuelto un lugar de referencia para definir a la tecnología, incluso para aquellos que prefieren hablar de técnicas, antes que de tecnología (Gille, 1.978). Otra referencia a la tecnología como sistema, ha sido acuñada por Quintanilla (1.988, 1.998). Para Quintanilla (1998), en el enfoque sistémico se entiende a la tecnología no dependiente de la ciencia, o representada por el conjunto de artefactos, sino como producto de una unidad compleja, en donde forman parte: los materiales, los artefactos y la energía, así como los agentes que la transforman. Desde esta perspectiva, el factor fundamental del desarrollo tecnológico sería la innovación social y cultural, la cual involucra no solamente a las tradicionales referencias al mercado, también a los aspectos organizativos y al ámbito de los valores y la cultura.

Para este autor, la noción de sistema le ha servido para definir a la tecnología como sistemas de acciones intencionalmente orientados a la transformación de objetos concretos, para conseguir de forma eficiente un resultado valioso (Quintanilla, 1.988: 34). Quintanilla (1.998) propone caracterizar el sistema técnico, a partir de componentes, estructuras, y objetivos. Los componentes del sistema, pueden ser materiales (materia prima, energía, artefactos, etc.), y pueden ser agentes, entendidos como individuos humanos caracterizados por unas habilidades, unos conocimientos y portadores de una cultura. La estructura del sistema estaría definida por las relaciones o interacciones, las cuales pueden ser de gestión o de transformación de materiales y se producen en los componentes del sistema. Por otro lado están los objetivos previstos para el sistema y los resultados que finalmente se obtienen. Esta definición de sistema técnico, sería la base para la construcción de una teoría de la estructura y la dinámica de la tecnología.

Una propuesta aún más específica sobre el sistema y la relación con las personas es la de Wynne (1.983), de sistema socio-tecnológico. Wynne considera al sistema tecnológico desde una perspectiva que enfatiza en los aspectos sociales sobre los técnicos, al punto que caracteriza a las tecnologías como formas de organización social. Uno de los rasgos de esta definición es el papel de los aspectos valorativos y de carácter social, a la hora de definir políticas científico-tecnológicas y de intervención ambiental.

En este sentido, Wynne (1.983; citado por González, et al), propone incluir la participación externa, especialmente a los posibles usuarios, frente a la tradicional forma centrada solo en los expertos y gestores del proceso de I+D. La "interferencia externa", de este modo, no solamente no es un obstáculo para el desarrollo tecnológico, sino más bien una necesidad para su viabilidad, una vez tenido en consideración el crucial componente social de cualquier forma de tecnología. Esto significa, darle un peso a los factores no epistémicos (expectativas profesionales, presiones económicas, disponibilidades técnico-instrumentales, convicciones y valores personales, etc.), para resolver problemas y conflictos de origen tecnológico, asumiendo una flexibilidad interpretativa y valorando la complejidad de los procesos. La construcción social de los sistemas tecnológicos, sería consecuencia y reflejo de los patrones de interacción social de los distintos grupos sociales relevantes en un sistema tecnológico (González, et al., *op. cit*).

Finalmente, la noción de sistema puede ser también tenida como socioecosistema, sobre la base de una analogía con el concepto de ecosistema en ecología. “La innovación tecnológica y la intervención ambiental ignoran a menudo las características del sociosistema en el que van a integrarse” (González, et al, 1.996: 141); la transferencia de tecnología a sociosistemas extraños puede producir más perturbación social y económica que mejora de la calidad de vida. El socioecosistema, como elemento regulador, permite entonces la posibilidad de introducir factores de control y corrección a los desequilibrios tecnológicos, sobre la sociedad y el medio ambiente, mediados por la participación de los diversos actores sociales del sistema.

Referencias

CENTRO DE PRODUCTIVIDAD DEL PACÍFICO CPP. (1997), *Encuesta sobre la demanda de servicios al Centro de Productividad del Pacífico*, Santiago de Cali, Mimeo.

FLORMAN, S. (1.976), *The Existential Pleasures of Engineering*, Nueva York: St. Martin's Griffin.

FOUCAULT, M. *Vigilar y Castigar*, México: Siglo XXI, ed., 1.978.

GILLE, B. (1.978), *Introducción a la Historia de las Técnicas*, Barcelona: Crítica-Marcombo, 1.999.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.I., LÓPEZ CERREZO, J.A. y LUJÁN, J.L. (1996), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*, Madrid: Tecnos.

HUGHES, T. P. (1983), *Networks of Power*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- (1987), "The Evolution of Large Technological Systems", En: BIJKER, W.E., T.P. HUGHES y T. PINCH (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge (Mass.): MIT Press, 1987.
- (1994), "Technological Momentum", En: ROE SMITH, M. y MARX, L., (eds.). (1994), *Historia y Determinismo Tecnológico*, Madrid: Alianza Editorial, S. A. 1.996.

LATOURETTE, B. (1991), "La Tecnología es la Sociedad Hecha Para que Dure", En: DOMÉNECH, M. y TIRADO, F. *Sociología Simétrica, Ensayos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Barcelona: Gedisa editorial, 1998.

PACEY, A. (1983), *La Cultura de la Tecnología*, México: F.C.E., 1.990.

QUINTANILLA, M. (1988), *Tecnología: Un Enfoque Filosófico*, Madrid: Fundesco.

- (1998), "Técnica y Cultura", En: LÓPEZ CERREZO, et al (editores). *Filosofía de la Tecnología*, Madrid: OEI, 2.001.

SERIS, J.P. (1994), *La technique*, Paris: P.U.F.

STANLEY, C. (1970), "Art, technology and science: notes on their historical interaction", En: *Technology and culture*, 11, p.p. 493-549.

STAUDENMAIER, J.M. (1985), *Technology Storytellers: Reweaving the Human Fabric*, Cambridge: MIT Press.

WINNER, L. (1977), *Tecnología autónoma*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1979.

- (1986), *The whale and the reactor*, Chicago: University of Chicago Press.

WYNNE, B. (1983), "Redefining the Issues of Risk and Public Acceptance", En: *Futures*, Febrero: 13, 32.