

LA TECNOLOGÍA, ¿AMA O ESCLAVA?*

NORMAN BALABANIAN

Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Ordenadores
Universidad de la Florida, Gainesville, Florida (EE.UU.A.)

RESUMEN

La tecnología suele verse como algo meramente físico, un objeto neutral que la gente puede usar para bien o para mal según se quiera. Se supone que en sí misma no incorpora valor alguno. Desde los tiempos de la Ilustración y la Revolución Industrial en Europa, tomó cuerpo una idea general de que el aumento del conocimiento científico, seguido por el desarrollo tecnológico, conducía inevitablemente al Progreso, casi como una ley de la naturaleza.

Este artículo se extiende sobre el concepto de tecnología, incluyendo en él otros componentes distintos de los objetos físicos. Tales componentes, especialmente el poder económico y las ideologías políticas, desempeñan un papel preponderante en la forma en que se desarrolla la tecnología y se cambia la naturaleza de la sociedad.

ABSTRACT

Technology is often viewed as merely physical, a neutral object that people can use for good or ill as they choose. By itself, technology is assumed to embody no values. From the time of the Enlightenment and the Industrial Revolution in Europe, a general idea grew that the growth of scientific knowledge, followed by technological development led inevitably to Progress, almost as a law of nature.

This article expands on the concept of technology, including in it other components than physical objects. Such components, especially economic power and political ideologies, play an overwhelming role on the form in which technology develops and the nature of society is changed.

Palabras clave: Tecnología, Progreso, Determinismo.

* Versión española de José Altshuler.

En las sociedades desarrolladas, y cada vez más en todas partes, lo que se denomina tecnología es una presencia dominante de la vida diaria. Dondequiera que vaya, en su casa, su centro de trabajo, o en sus actividades de tiempo libre, la gente se encuentra inmersa en un medio tecnológico.

A un paso cada vez más rápido desde el siglo XVIII, siempre que ha subido a escena algún artilugio tecnológico, a partir de ese momento éste parece ejercer una influencia predominante, incluso de control, sobre la vida social. Ejemplos comunes: el ferrocarril, el teléfono, el avión, la televisión, el ordenador. Nadie puede discutir que la tecnología desempeña un papel significativo en los asuntos humanos. Lo que sí puede discutirse, sin embargo, son las interconexiones entre la tecnología, por una parte, y el orden social: el proceso político, los intereses económicos y/o de clase, las actitudes sociales, las creencias culturales, las percepciones ideológicas, y así por el estilo. Una cosa es cierta: ninguna tecnología presente o pasada ha entrado en nuestras vidas como resultado de decisiones democráticas tomadas tras público debate.

Muchos le atribuyen a la tecnología una capacidad causativa: se inventa un dispositivo tecnológico y la historia cambia consiguientemente. Se dice, por ejemplo, que la tecnología representada por la máquina de escribir de finales del siglo XIX fomentó de manera decisiva la independencia de la mujer, puesto que la necesidad de mecanógrafas permitió a las mujeres salir de su enclaustramiento en el hogar y adquirir seguridad económica. Del automóvil se dice que ha dado lugar a la urbanización de los suburbios; y que ha conducido también a un cambio importante en los hábitos sexuales. (Estas consecuencias, sin embargo, no motivaron el desarrollo de dichas tecnologías). La llegada del ordenador personal fue la causa de una revolución más reciente en la vida social y laboral. Más aún, el desarrollo de cada generación de ordenadores y programas más y más sofisticados parece seguir a la precedente en virtud de una lógica puramente interna, técnica, independiente de los intereses económicos o políticos de cualesquiera individuos o grupos particulares. ¿Tiene validez esta relación *causa tecnológica/efectos sociales*?

En este artículo se explorarán estos temas y otros similares. El período considerado se limitará al último cuarto del milenio, y muy particularmente a lo que pudiera llamarse la tecnología *contemporánea*.

Lewis Mumford divide el segundo milenio en tres períodos tecnológicos denominados por analogía con la Primera, la Segunda y la Tercera Edades de Piedra [MUMFORD, 1963, p. 214] eras eotécnica, paleotécnica y neotécnica, respectivamente. La eotécnica se extiende hasta alrededor de la mitad del siglo XVIII. La era segunda, o paleotécnica, se extiende a lo largo de menos de un

siglo y conduce a la era neotécnica en que nos encontramos actualmente. En los términos de Mumford, lo *contemporáneo* incluye las fases *paleo* tardía y *neo* de la tecnología.

1. Puntos de vista diversos sobre la tecnología

Cualquiera que haya podido ser el significado del término tecnología en el pasado, la definición contemporánea dada en el *New Collegiate Dictionary* de Webster es: *la totalidad de los medios empleados para suministrar objetos necesarios para la subsistencia y el bienestar humanos* (Otros diccionarios dan variaciones sobre este tema).

Una definición de diccionario no puede transmitir el rico contexto del término, pero incluso esta definición de diccionario implica capacidad causativa; sea lo que sea la tecnología, ella constituye el agente que suministra lo que la humanidad necesita para su propio consumo. Los *medios empleados* pudieran ser económicos, organizativos (empresariales o gubernamentales), físicos (máquinas, sistemas de comunicaciones), científicos (basados en el conocimiento), o intelectuales.

Hace sólo unas décadas, la primera respuesta al estímulo *tecnología* que venía a la mente podía ser *máquina* —un objeto físico, un artefacto—. Muchos tienen todavía esta idea, pero se trata de una concepción inadecuada de la tecnología contemporánea. De igual modo que el término *sociedad* es un concepto abstracto —no se reduce simplemente un conjunto de personas, sino que incluye sus interacciones, relaciones, vínculos que las unen a instituciones políticas, religiosas, económicas y culturales, hábitos y mucho más—, la tecnología es un concepto abstracto que no se reduce meramente a un conjunto de máquinas, sino que incluye también: los propósitos para los cuales fueron concebidas, los contextos sociales e institucionales en los cuales se crean y utilizan, sus interrelaciones, y quizás hasta el impacto que tienen sobre la vida humana individual y colectiva. En los últimos dos decenios los historiadores y sociólogos de la tecnología han introducido conceptos más amplios de la tecnología y de los sistemas tecnológicos, donde hay subsumidos hasta seres humanos, tales como los inventores, los constructores de sistemas, los ejecutivos de empresas y otros (Véase 3).

1.1. Definición de la tecnología

La tecnología contemporánea tiene al menos las siguientes dimensiones [BALABANIAN, 1993, p. 17-18]:

1. *Objetos físicos:*

- a) *Materiales:* metales, plásticos, productos químicos, drogas, fibras sintéticas.
- b) *Elementos físicos (hardware):* herramientas, instrumentos, máquinas, utensilios, armas.
- c) *Estructuras:* edificios, puentes, plantas, presas.
- d) *Redes:* caminos, vías férreas, tuberías conductoras, líneas de comunicaciones, líneas aéreas, la internet.

2. *Know-how:* No sólo conocimiento científico sino procedimientos, métodos, procesos, algoritmos, habilidades, enfoques de concepción; en una palabra, técnica. En la actualidad, algunos procedimientos, algoritmos y similares están incorporados a programas informáticos; de suerte que éstos, también, forman parte de este componente de la tecnología. El *know-how* y los programas informáticos integran este componente de la tecnología tanto como una máquina. Ciertamente, para algunos, la tecnología no es otra cosa que ciertas clases de *know-how*; no es un conjunto de elementos físicos

"sino conocimiento, incluyendo el conocimiento no sólo de cómo fabricar elementos físicos para especificaciones y funciones predeterminadas, sino también de cómo diseñar procesos administrativos y organizaciones para realizar funciones específicas, y para influenciar el comportamiento humano hacia fines especificados" [BROOKS, 1973, p. 139].

3. *Personal:* No individuos humanos autónomos, sino gentes estandarizadas, que en gran medida pueden sustituirse unas por otras, las cuales poseen el *know-how* apropiado para manipular los materiales, operar los elementos físicos y construir las estructuras.

4. *Organización y sistemas:* Las estructuras organizadas de administración y control; los *procesos* y *organizaciones administrativas* que enlazan entre sí los elementos físicos y las estructuras físicas de modo que formen sistemas.

5. *Poder económico y político:* La capacidad para hacer operativos los deseos que se tienen con respecto al despliegue de los otros componentes de la tecnología, al poder sobre los procesos financieros y de producción, a la capacidad de configurar las condiciones sociales de acuerdo con los fines que se persigan.

A continuación se pasará a discutir en el contexto correspondiente cada componente de la tecnología. Pudiera argumentarse que las últimas tres categorías —especialmente la última— se encuentran muy distantes de los artefactos y redes físicas que todo el mundo puede aceptar como constitutivos de la tecnología. Aquéllas caen en la categoría considerada normalmente desde parte de lo que se considera más bien *social* que *tecnológico*. Sin embargo, caben perfectamente dentro de la *totalidad de medios* usados para satisfacer las necesidades humanas de alimentación y bienestar a que se refiere Webster. Algunos definirían la tecnología y los sistemas tecnológicos de manera que incluyesen aún más componentes que los especificados aquí (Véase 3). No obstante, conviene tener presente que en el pasado muchos utilizaron el término *tecnología* para referirse solamente a objetos físicos.

1.2. Progreso y optimismo tecnológico

La Ilustración del siglo XVIII vio el florecimiento de una era de fermento intelectual en Europa. Consideraba que la razón humana constituía el medio para hallar la verdad y para una expansión del conocimiento casi ilimitada. Junto con la ciencia, la razón traería una mayor comprensión de la naturaleza y un mejoramiento de la condición humana. La labor científica realizada con anterioridad había ampliado enormemente el conocimiento humano de la astronomía, la física, la óptica y otras ciencias y se esperaba que este progreso científico continuase.

La Ilustración se solapó con la Primera Revolución Industrial, la cual —primero en Inglaterra, después en las colonias norteamericanas y en Europa occidental— trajo nuevas fuentes de energía, nuevas máquinas, nuevas formas de producción. (La presente Segunda Revolución Industrial comenzó inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial con el rápido desarrollo de la automatización y la robótica, la tecnología de los ordenadores, las telecomunicaciones y la tecnología espacial).

De igual modo que la Ilustración fomentó una perspectiva inquisitiva, científica, a la altura de la época sobre el aumento del conocimiento y la comprensión del mundo, creció una fuerte creencia optimista, comenzando en el período paleotécnico de Mumford, según la cual lo que hoy llamamos tecnología constituiría el medio para una transformación continua del futuro hacia el mejoramiento de la vida humana, hacia el *progreso*. Se veía la tecnología como el mecanismo impulsor del progreso, y se la alababa no sólo porque las cosas parecían ir mejorando con el tiempo, sino porque esta mejoría era acumulativa y creciente. (No todo el mundo compartía esta actitud laudatoria: Véase 2.12.).

A medida que avanzaba el siglo XIX, muchos

"[...] expresaron un entusiasmo sin límites por la edad del maquinismo, y tanto que uno saca la impresión de que se recetan dosis más y más grandes para la solución de los males de la sociedad. Inspirados en sus contactos con las grandes invenciones de la época, los escritores y artistas dotaban intencionalmente de cualidades propias de los seres vivientes a los barcos de vapor, las locomotoras, la maquinaria y otros objetos inanimados para cultivar en su público emociones de fascinación, veneración, magia [...]" [SMITH, 1994, p. 8].

También se creaban estas emociones en las múltiples exposiciones internacionales que glorificaban la tecnología, montadas en distintas ciudades del mundo, comenzando con la espectacularmente feliz Gran Exhibición de la Industria de Todas las Naciones que tuvo lugar en 1851 en el Crystal Palace de Londres. Con la esperanza de reproducir el espíritu y el éxito de la Exhibición de Londres, dos años después se inauguró la mucho menor Exposición del Crystal Palace de Nueva York. Cerró prematuramente con pérdidas por defectos de la construcción. Aun así, se escribieron ditirambos sobre los *gloriosos resultados de la industria y la pericia*. (Aún no había adquirido la tecnología su presente connotación, y en aquel tiempo su suplente era *industria*). La principal atracción de la exposición de 1889 en París, que conmemoraba el centenario de la Revolución Francesa, era la tecnológicamente espectacular torre Eiffel, contigua al Palacio de las Máquinas. El lema de la Feria Mundial del Siglo del Progreso en el Chicago de 1933 se desplegó como un blasón sobre la entrada: La Ciencia Encuentra —La Industria Aplica— El Hombre Acata.

Luego de algunos de los principales traumas del siglo XX, muchos de ellos asociados con los *avances* en el armamento y la nueva tecnología, la visión del progreso se ha empañado sustancialmente. (Algunos ejemplos: los horrores de los gases venenosos y otras armas en las trincheras de la Primera Guerra Mundial; el Holocausto y la destructividad en la Segunda Guerra Mundial, incluyendo la bomba atómica; Bhopal y Chernóbil; la contaminación ambiental y el inminente desastre ecológico). Sin embargo, la ideología del *progreso* ha persistido hasta los tiempos modernos, casi siempre so capa tecnocrática. (El uso ideológico de ese concepto puede hallarse en una consigna empresarial de la General Electric Company de mediados del siglo XX: *El progreso es nuestro producto más importante*). Es indudable que han ocurrido tremendos cambios en la sociedad y la vida humana desde la llegada de la Ilustración y las revoluciones científica e industrial. Contrariamente al caso de la palabra *progreso*, sin embargo, el vocablo *cambio* no implica una polaridad; no todos los cambios constituyen adelanto.

2. Determinismo tecnológico

¿Qué impulsa el desarrollo de la tecnología? ¿La tecnología desarrollada en cualquier período resulta del estado en que se encontraban entonces el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico? La satisfacción con que en el siglo XIX se recibía y celebraba el *progreso* implicaba una cadena de causas y correspondientes efectos: las aplicaciones de los avances en el conocimiento científico conducían a la invención y el desarrollo de dispositivos y sistemas tecnológicos cuya amplia adopción daba lugar a cambios en la vida social.

2.1. Determinismo duro

En los dos últimos siglos, a medida que un desarrollo tecnológico sucedía a otro —de la producción de acero al ferrocarril, del teléfono al alumbrado eléctrico, del automóvil al aeroplano, del ordenador al robot, al cohete espacial—, se ha ido creando la impresión de que la voluntad y el deseo humanos no guardan relación con el estado de cosas tecnológico en un cierto momento. Ni tampoco las metas y anhelos sociales, o la política. Parece, pues, que dado el estado de la tecnología en una era cualquiera y el conocimiento científico de la época, lo que sigue tecnológicamente viene determinado con independencia de las aspiraciones individuales o sociales de la gente.

Según este punto de vista, es el estado de la ciencia y la tecnología lo que determina la estructura social; esta última se adapta al cambio tecnológico. Este esquema se presentaba dramáticamente en el libro guía de la Feria Mundial de Chicago de 1933 ampliando su consigna:

"La ciencia descubre, el genio inventa, la industria aplica, y el hombre se adapta a, o es moldeado por, las cosas nuevas [...] Individuos, grupos, razas humanas enteras marchan al paso de la ciencia y la tecnología" [BALABANIAN, 1993, p. 15].

La ironía de que los seres humanos deban inclinarse ante los dictados de un imperativo tecnológico escapaba a los promotores de la tecnología. Los más recientes promotores de la tecnología y beneficiarios a la vez de la riqueza que ésta les trae tienen un enfoque similar:

"Ahora tenemos que planificar cómo compartir la tierra con las máquinas [...] Pero es mucho más importante que compartamos un modo de vida con ellas [...] Nos convertimos en socios. Para su desempeño óptimo, las máquinas requieren ciertos modelos de sociedad. También nosotros tenemos arreglos preferidos. Pero queremos lo que las máquinas pueden suministrar, y por ello hemos de llegar a un compromiso. Tenemos que alterar las reglas de la sociedad de manera que nosotros y ellas podamos ser compatibles" [RAMO, 1970, p. 2].

¿Quiere Ramo decir *compromiso* realmente?¹ Si la vida social humana —los modelos de sociedad— no es óptima para la máquina, él no nos dice que rediseñemos la máquina para adecuarla a la humanidad. Por el contrario, la receta es cambiar la sociedad, cambiar a la gente para conformarla a la máquina. Ninguna sugerencia de que se construya la máquina para hacerla compatible con los procesos y metas humanos, sino que la humanidad acepte los patrones requeridos por las máquinas y por aquéllos que las controlan.

En este enfoque, el desarrollo tecnológico sigue una secuencia auto-determinada y las sociedades en desarrollo tecnológico tienen que seguir necesaria y voluntariamente una secuencia tal: [...] *el molino de vapor sigue al molino manual no por casualidad sino porque es la etapa siguiente en la conquista técnica de la naturaleza, que sigue una y sólo una gran avenida de adelanto* [HEILBRONER, 1994, p. 55]. Apuntala semejante punto de vista el hecho de que frecuentemente se produce la *invención simultánea*, o sea, la aparición independiente de las mismas —o similares— invenciones tecnológicas debidas a diferentes individuos en diferentes partes del mundo, como si la condición de la tecnología estuviese entonces madura para un desarrollo tal. *Determinismo duro* es la denominación que se da a este concepto unidireccional según el cual la tecnología impulsa a la historia.

Una ampliación de este punto de vista implica que la tecnología existente e imperante en un momento particular tiene que haber cumplido algunos criterios objetivos para haber alcanzado su estado dominante. Las tecnologías competidoras tienen que haber resultado insuficientes al ser evaluadas en cuanto a sus méritos técnicos por ingenieros competentes y por empresarios severos en cuanto a sus méritos económicos. Quizás haya habido incluso una *valoración técnica*, donde se haya juzgado las tecnologías competidoras tomando en consideración dimensiones diversas, y se haya decidido sobre una específica que cumpliera objetivamente todos los criterios importantes. Una descripción así deja la impresión de que el despliegue de la tecnología sigue un patrón darwinista, que las máquinas evolucionan a través de un proceso similar a la selección natural en el reino biológico. Las tecnologías que sobrevivan tendrían que ser las más aptas, en algún sentido.

2.2. *Determinismo blando*

Aunque dando por sentado que la tecnología es ciertamente una fuerza que da lugar al cambio social, el *determinismo blando*, una versión más moderada del concepto de determinismo tecnológico, reconoce una relación recíproca: que las fuerzas socioeconómicas o políticas, a su vez, tienen una influencia sobre el desarrollo de la tecnología. Uno de los propulsores de la tecnología, que a veces culmina en una guerra, son las rivalidades nacionales. Espolean el

desarrollo del armamento —y las tecnologías necesarias para su fabricación— la existencia o la anticipación de la guerra, algo no estrictamente determinado por la tecnología. Se emprende el desarrollo de tanques, submarinos, aviones, y otras armas cada vez más sofisticadas, tales como los misiles teleguiados y las armas nucleares, no porque constituyen el siguiente paso en un desarrollo tecnológico lineal, sino porque las condiciones sociales/políticas de la guerra o las preparaciones para la guerra impulsan su desarrollo. Por otra parte, el nivel de conocimiento científico en un momento dado limita el desarrollo potencial de tales armas. (No hubo bomba atómica durante la Primera Guerra Mundial, pongamos por caso, dado que no se disponía entonces del conocimiento científico necesario).

Pero no es únicamente en relación con el armamento que lo militar está involucrado poderosamente en la configuración de la tecnología. Apoya la actividad de investigación y desarrollo en muchas áreas de la tecnología en general. Evidentemente, la tendencia hacia el mando y el control, la regimentación y la jerarquía, sesgan el desarrollo de la tecnología en direcciones que sirven a tales requisitos.

Otro argumento que contrapesa el determinismo duro sostiene que la dirección del cambio tecnológico depende hasta cierto punto de las políticas sociales. Heilbroner da el ejemplo de las partes intercambiables en la fabricación. Aunque el concepto se introdujo por vez primera en Francia e Inglaterra, dice, fue explotado primero en los Estados Unidos. Entre otros factores económicos, la diferencia estaba en que recibió apoyo gubernamental en este último país, pero no en los primeros. De aquí que las políticas sociales a veces desempeñan un papel en el desarrollo tecnológico (Véase Heilbroner en [SMITH & MARX, 1994, p. 62]).

El concepto de determinismo tecnológico está implantado en un sistema socioeconómico específico, uno que busca maximizarle la ganancia al capital. Es posible concebir un sistema socioeconómico con diferentes imperativos y metas sociales: minimizar el uso de los recursos no renovables —*caminando ligeramente sobre la tierra*—, maximizar la distribución equitativa de los beneficios de la tecnología; maximizar el uso de la energía creativa de todas las personas; y así por el estilo. Bajo un régimen tal es fácil concebir que el desarrollo tecnológico podría tomar diferentes direcciones².

2.3. Neutralidad de la tecnología

Para algunos de los que comparten el fervor por la *alta tecnología*, importa poco que la tecnología determine la naturaleza de la sociedad o viceversa. Más bien, ven la tecnología como una herramienta neutral que,

independientemente de las motivaciones de cualquiera, existe en el medio social y puede usarse para bien o para mal. Las consecuencias se derivan de los individuos que *usan* la tecnología existente. He aquí algunas muestras de este pensamiento:

"[N]o era realmente la tecnología sino el selector o usuario de ella el hombre el que debía ser culpado. Seguramente que todo el mundo comprende que la ciencia y la tecnología no son sino meras herramientas para el hombre civilizado" [RAMO, 1970, p. vi].

"Así, fabricamos millones de productos para incrementar nuestra comodidad y conveniencia físicas [...] Pero al hacer esto, olvidamos la necesidad de planificar para el futuro" [RAMO, 1969, p.1].

"La tecnología en sí misma puede considerarse buena o mala, en dependencia del uso que el hombre hace de ella [...] La energía nuclear es un buen ejemplo, pues la energía dentro del átomo puede usarse para fines constructivos o destructivos, según escoja el hombre" [KRANZBERG & PURSELL (Eds.), 1967, p. 705].

"La única alternativa positiva a la destrucción por la tecnología es hacer que la tecnología trabaje como sirvienta nuestra. En fin de cuentas esto significa seguramente el dominio del hombre sobre sí mismo, pues si alguien ha de cargar con la culpa, no ha de ser la herramienta sino el humano que la hace y la usa" [DRUCKER, 1967, p. 32].

"La mente determina la forma y la dirección de la tecnología [...] Si la tecnología se usa a veces para malos fines, todos llevan responsabilidad" [WATKINS & MEADOR, 1978, pp. 55, 157].

Nótese el uso del término singular *tecnología*, sin calificativo, en las afirmaciones citadas. Son rasgos comunes a todas ellas que

- *la tecnología* es una mera herramienta pasiva cuyas consecuencias dependen de los usos que *nosotros* hacemos de ella;
- si *la tecnología* se usa perniciosamente, la culpa es del *hombre*;
- *la tecnología* en sí misma es neutral y no tiene valores incorporados;
- el papel de *la tecnología* referente a cuestiones de energía y control es enteramente pasivo.

Aunque supuestamente explicativas, las declaraciones arriba citadas le confieren acción a vagos nombres y pronombres cuyos antecedentes no son nada claros: *tecnología*, *hombre*, *nuestro*, *mente*, *nosotros*, *todos*. ¿Qué se entiende por el nombre genérico *tecnología*? ¿Son *todos* los individuos

—trabajadores, oficiales militares, ejecutivos de corporaciones— igualmente responsables del *uso* de la tecnología? ¿Es una *mente* abstracta la que configura la tecnología, o lo son algunas mentes específicas imbuidas de ideologías específicas? ¿Son los *nosotros* que pasan por alto la necesidad de planificar con vistas al futuro los mismos *nosotros* que fabrican? ¿Es que no entra en el cuadro la ganancia de nadie? ¿Es que no hay individuos, instituciones y grupos específicos cuyos intereses son factores de primer orden en el desarrollo y el despliegue de distintas tecnologías? (Véanse 2.8 y 2.9.).

En la sociedad desarrollada contemporánea, ¿qué puede significar eso de elegir el *uso* de la tecnología? Los individuos, la mayor parte de ellos en forma de personal, se encuentran implantados en una estructura de empleo organizada en la cual realizan funciones específicas bien definidas. Para el debido funcionamiento del orden, tienen que coordinarse y articularse todas estas funciones. En este contexto, el concepto de la tecnología como una herramienta neutral que los individuos autónomos puedan *usar* a su arbitrio no puede reconciliarse con la necesidad de mantener funcionando *el sistema*. En su capacidad de empleado y de personal —desde los operadores de los equipos más sofisticados en la línea de montaje hasta los pilotos de aerolíneas, desde los empleados revisores de supermercados hasta los preparadores de hamburguesas en restaurantes de comida rápida— no tiene sentido imaginar a los individuos como gentes autónomas que manejan herramientas neutrales para lograr sus metas seleccionadas individualmente. Los individuos tienen muy pocas posibilidades o autonomía tocante a la manera en que utilizan la tecnología adecuada a la realización de su función [WINNER, 1977, p. 201].

También como consumidores, las personas tiene pocas posibilidades de elección en cuanto a cómo *usan* la tecnología para alcanzar sus fines. La función de una aspiradora es limpiar una alfombra; si lo que se quiere es mezclar los ingredientes para hacer una tarta, uno no puede usar una aspiradora con este propósito. No tiene sentido describir la elección de una mezcladora en lugar de una aspiradora diciendo que se hace *para un propósito destructivo o constructivo, según lo elija el hombre*. ¿Hay diferentes maneras de *usar* un metro urbano? ¿En qué formas diferentes pueden los individuos utilizar un receptor de televisión? Así pues, carece de significado el punto de vista según el cual la tecnología, en algún sentido genérico, es neutral y por consiguiente su impacto depende de la forma en que uno *use* la tecnología.

2.4. Tecnología autónoma

La marcha del progreso fue destacada y alabada en las sociedades occidentales durante unos dos siglos. Con frecuencia creciente un desarrollo tecnológico seguía al otro, y cada uno daba lugar a cambios en la vida social.

"El automóvil, el aeroplano, el reactor nuclear, el cohete espacial, el ordenador —todos se han visto como representaciones del hoy familiar conjunto de fenómenos: crecimiento del conocimiento científico, expansión de la técnica y advenimiento de rápidos cambios sociales" [WINNER, 1977, p. 45].

En este modelo, las tecnologías de los sistemas de televisión radiodifundida y por cable se han hecho posibles por el avance de la fotografía, el electromagnetismo, la electrónica, la óptica y otras ciencias. Basados en tales ciencias, los inventores e ingenieros crean artefactos tecnológicos: tubos pantalla, cámaras, dispositivos electrónicos, antenas, cables de transmisión, y similares. Cuando éstos se agrupan en un sistema: ¡he aquí la televisión! Entonces viene el cambio social (Véase 3).

Obsérvese, por ejemplo, el cambio social que ha traído consigo la *tecnología* de la televisión a fines del siglo XX en los Estados Unidos. Contrariamente a lo que sucedía cuarenta años antes, los individuos pasan, en promedio, más de 6 horas diarias viendo televisión, de las cuales al menos una hora consiste en seductores mensajes comerciales que incitan a los televidentes a comprar y usar tal o cual producto específico. Los individuos pasan este tiempo bien sea solos o en compañía de unos pocos miembros de la familia, con muy escasa o ninguna interacción social. Algunos conciben que esta vida social atomizada, con poca interacción interpersonal —discusión de los acontecimientos y preocupaciones con vecinos, asistencia a reuniones sociales o culturales, participación en discusiones o debates políticos— es un resultado de la tecnología televisiva.

Por otra parte, puede argumentarse con fuerza que la naturaleza específica de la *vasta tierra baldía* de la TV no es una característica de la tecnología electrónica, ni de la tecnología de los tubos pantalla, de las antenas de televisión, las videocámaras, etc., sino que resulta de la ideología de un sistema socioeconómico que le otorga lugar preferente a la maximización de la ganancia privada. Como se ha señalado previamente, un sistema con diferentes objetivos sociales podría conducir a diferentes resultados sociales, aun con la misma tecnología física. Así, las bandas del espectro disponible para la TV de propiedad pública pudieran asignarse según diferentes principios, reconociendo que el espectro es un recurso público que debe ser usado para fines públicos, no para la obtención de ganancias privadas; el financiamiento de los programas pudiera lograrse por métodos que les dieran el control a los televidentes y no a los anunciantes; y mecanismos similares que no se dediquen a maximizar las ganancias de los vendedores y compradores de publicidad comercial.

Volviendo de la televisión al tema central que nos ocupa: la llegada a escena de un desarrollo tecnológico particular, o un conjunto de ellos

relacionado con él, parece dar lugar a un cambio en la existencia social. Y lo que es más, dicen algunos, éste es un proceso autónomo e inevitable, que obedece solamente al funcionamiento normal del libre mercado. ¿Cómo puede haber elección humana con respecto al avance tecnológico, ante una industrialización y una modernización impulsadas por el mercado? Si una máquina o una técnica lo hacen mejor que otras, entonces estas últimas quedan en desventaja. La desventaja puede superarse adoptando la máquina o la técnica competidoras, e incluso desarrollando nuevos *avances*. Lo mismo se aplicaría a la tecnología de las armas. Al desarrollo de un arma en un país le sigue rápidamente su adopción en otros lugares. Tales consideraciones pueden dar lugar a que se piense que la *tecnología* posee autonomía.

2.5. *Tecnologías ideológicas*

Aunque en alguna parte los seres humanos deban involucrarse en un proceso lineal y automático tal, arrastrado por su propio impulso (conocimiento científico → tecnología → cambio social), ¿los individuos o grupos realizan alguna selección o toman acciones independientes que les permiten *controlar* algunas tecnologías específicas? Suponiendo que los individuos o grupos desempeñen estos papeles, ¿son éstos decisivos o están sometidos a los requisitos de la propia tecnología específica? ¿Están involucrados los seres humanos como individuos o por medio de instituciones de la sociedad (agencias gubernamentales, corporaciones)? ¿Desempeñan un papel decisivo las motivaciones económicas o ideológicas de los individuos?

2.6. *El ejemplo de las máquinas controladas numéricamente*

David Noble dio una respuesta importante a tales preguntas [NOBLE, 1984; NOBLE, 1989; NOBLE, 1993] tras realizar una investigación completa y exhaustiva, que le tomó siete años, de la industria estadounidense de las máquinas-herramientas y la adopción del control numérico (CN) de dichas máquinas en los decenios que siguieron a la Segunda Guerra Mundial³. Noble llegó a varias conclusiones importantes:

a) En la época en que se estaba desarrollando el CN, existían varios enfoques diferentes respecto a la automatización de las máquinas-herramientas además del adoptado finalmente. Uno de ellos era el sistema de grabar-reproducir (GR) en que se grababan los movimientos detallados de un operario calificado —en tarjetas perforadas o en cinta magnética— durante el maquinado de una pieza en una máquina-herramienta. Subsiguientemente, la máquina hacía automáticamente otras copias de la pieza a partir de la reproducción de lo previamente grabado en la tarjeta o la cinta. En este proceso el trabajador calificado retenía un papel importante⁴.

b) La principal razón para la adopción del maquinado controlado por ordenador en lugar de otros métodos como el de grabar-reproducir fue quitar la toma de decisiones en los procesos de producción de las manos de los trabajadores calificados del taller, para pasarla a la administración⁵. Noble describe los esfuerzos de varios diseñadores de máquinas-herramientas que desarrollaron distintas variantes de máquinas-herramientas automatizadas de modo que fuesen operadas por operarios conocedores.

"El propósito era tomar ventaja de la pericia existente, no reducir ésta mediante la reducción de la calificación; incrementar el alcance y la esfera de actividad de los operarios, no disciplinarlos transfiriendo todas las decisiones a la administración; ampliar los puestos de trabajo, no eliminarlos en busca de la fábrica automática" [NOBLE, 1993, p. 89].

Aunque semejantes máquinas eran más sencillas y más baratas que las máquinas competidoras controladas por ordenador, la administración nunca las adoptó.

c) Las ventajas económicas del control por ordenador sobre el sistema de grabar-reproducir u otros no han sido demostradas; no se han hecho comparaciones de los sistemas, comparaciones que ni siquiera son posibles, puesto que en cada ocasión los que toman las decisiones han optado por el CN por razones no económicas. Esto es contrario a la creencia común de que si se adopta una tecnología es porque ha demostrado ser económicamente superior a las competidoras en el libre mercado.

d) Sobre los dos tercios del financiamiento del control por ordenador provino de las instituciones militares, específicamente la Fuerza Aérea estadounidense, a través de contratos suministrados a corporaciones y universidades —particularmente el MIT—. Tal financiamiento no se puso a la disposición de los que buscaban desarrollar el sistema de grabar-reproducir u otros, incluyendo un empresario que obtuvo de la Fuerza Aérea el contrato inicial para un sistema de este último tipo. No es sorprendente que los fondos militares jugaran un papel significativo, incluso determinante, en este y otros desarrollos tecnológicos importantes —el aeroplano, por ejemplo—; y que, contra el punto de vista de los que aceptan ideológicamente que el mercado determina la tecnología, dichos desarrollos no impulsados por el mercado pudiesen no haber ocurrido sin un financiamiento tal⁶.

2.7. Ejemplos de la Primera Revolución Industrial

La historia de los primeros tiempos de la Primera Revolución Industrial ofrece otra respuesta a la cuestión principal de si las acciones de los individuos motivados ideológica o económicamente son las que controlan el desarrollo de

la tecnología. En su estudio sobre el nacimiento de la industria textil en Inglaterra, David Dickson muestra que el surgimiento del sistema fabril y la organización del trabajo en las fábricas fue en gran medida más bien una necesidad administrativa que una necesidad tecnológica. Se hizo para *poner un freno a la insolencia y la mala fe de los hombres* [DICKSON, 1974, p. 60]. La clase en ascenso de los dueños de fábricas y sus adalides no lo disimularon en absoluto: las máquinas específicas introducidas en las fábricas por determinados individuos o grupos de empresarios tenían como propósito principal someter y disciplinar a los trabajadores.

Hablando de una invención en la industria textil, Andrew Ure, uno de los primeros adalides de los capitalistas industriales, escribió:

"Esta invención confirma la gran doctrina ya anunciada de que cuando el capital pone a la ciencia a su servicio, siempre se le enseñará docilidad a la mano dócil del trabajo" [DICKSON, 1974, p. 80].

Samuel Smiles, biógrafo de varios industriales del período, brinda una confirmación adicional:

"En el caso de las más potentes herramientas y máquinas que actúan por sí solas, a los fabricantes no se les podía inducir a adoptarlas hasta que las huelgas no los obligaban a hacerlo. Éste fue el caso de la hilandería mecánica, la máquina peinadora de lana, el cepillo mecánico, la máquina ranuradora, el brazo de vapor de Nasmyth y muchas otras" [DICKSON, 1974, p. 81].

¿Se estableció el sistema manufacturero —sustituyendo al sistema anterior de entrega del producto terminado por cada operario— para incorporar máquinas mayores y más complejas no disponibles anteriormente? David Landes describe cuatro razones principales para la introducción del sistema manufacturero:

"Los comerciantes querían: controlar y poner en el mercado la producción total de los tejedores para minimizar la malversación; para maximizar la aportación de trabajo forzando a los tejedores a trabajar horas más largas y con mayor rapidez; tomar el control de todas las innovaciones técnicas de manera que pudieran aplicarse solamente a la acumulación de capital; y, en general, para organizar la producción de manera que el papel del capitalista se hiciera indispensable" [LANDES, 1969, p. 317].

La máquina de hilar hidráulica de Richard Arkwright ilustra bien el punto. Fue

"diseñada originalmente como una máquina pequeña movida a mano y susceptible de ser utilizada en el hogar. Fue la patente de Arkwright la que metió la máquina dentro de la fábrica, hizo que se construyese a especificaciones de gran

escala, y en lo adelante rehusó el uso de ella a quien no tuviese una planta de mil husos" [BERG, 1986, p. 243].

Fueron los intereses económicos e ideológicos de Arkwright y sus socios los que impidieron la alternativa del empleo doméstico de la máquina de hilar hidráulica. Esto es, el cambio social fue una consecuencia de los intereses económicos de unos pocos, expresados en la forma de la tecnología que demandaban dichos intereses.

Muchas de las mayores máquinas potentes de operadores múltiples, no se desarrollaron e introdujeron hasta después de que se estableció el sistema basado en la fábrica. De modo que no había sido necesario implantar el sistema de la fábrica por razones tecnológicas, para albergar nuevas máquinas; sino que fue, más bien, una necesidad administrativa. Una vez implantado, sin embargo, la fábrica permitió el uso de la energía hidráulica y, eventualmente, del vapor. Con las máquinas potentes, los empresarios/administradores demandaban más rapidez de los trabajadores; la jornada no bajaba de 10 horas, y a menudo era de 14 o más horas —mayormente todos los días de la semana— aun para las mujeres y niños hasta de diez años.

Así pues, la historia de los primeros tiempos de la Primera Revolución Industrial ilustra una vez más la influencia principal de la ideología y los intereses económicos de determinados individuos o grupos, dotados de poder, sobre la cadena causal que conduce a las formas específicas tomadas por la tecnología, formas que entonces conducen al cambio social.

Las condiciones de trabajo han mejorado desde entonces en las sociedades industriales; no como consecuencia de la tecnología sino debido al conflicto promovido por los más afectados, contra las insoportables condiciones de trabajo impuestas por los administradores industriales. La jornada de 8 horas y la semana de 40 horas no fueron beneficios que fluyeron orgánicamente de la tecnología, sino resultado de una lucha de los trabajadores que duró un siglo. Podía esperarse que el tremendo avance de la tecnología en la Segunda Revolución Industrial del último medio siglo permitiría una nueva reducción de las horas de trabajo diarias y semanales; pero no ha ocurrido así. En su lugar, se ha producido una mayor disparidad de los ingresos y la riqueza entre los que trabajan y los que controlan y administran los medios de producción, especialmente en los Estados Unidos.

2.8. El caso de los puentes sobre las autopistas

Durante medio siglo a partir del decenio de 1920, la construcción de la infraestructura principal de los puentes, caminos, carreteras y otras obras públicas de Nueva York fue supervisada por Robert Moses, bajo distintos

títulos oficiales. Las autopistas —vías de circulación automotriz de sendas múltiples— que iban de Nueva York a Long Island requerían puentes sobre ellas que permitieran el tráfico cruzado. Al viajar por estas autopistas, queda uno impresionado por la belleza del arco elíptico de las secciones transversales de los puentes que las cruzan. Pero Moses diseñó deliberadamente esos graciosos puentes de modo que resultase inhibido el paso de los autobuses por debajo de ellos. El arco del fondo de los puentes es desacostumbradamente bajo —tres cuartos de la altura de un autobús público típico— cerca del perímetro de la vía, lo cual impide el paso de los autobuses por debajo. Muy pocos entre la población de bajos ingresos o los negros tenían automóvil en los primeros decenios de su gestión, lo que significó que la tecnología de los puentes de Moses, unida al veto de éste a una extensión del ferrocarril de Long Island a la playa Jones en Long Island, impidieron efectivamente que aquellas personas pudieran disfrutar de dicha playa.

No fue la tecnología la que produjo el efecto social, sino la ideología social de clase y raza a la que se adhería un individuo poderoso, por intermedio de una tecnología que favorecía a los automóviles privados en detrimento del transporte público [CARO, 1974].

2.9. El caso de la segadora McCormick

Se sacan lecciones similares de otros acontecimientos de la historia del desarrollo industrial. Una ilustración de cómo se promovieron los intereses económicos e ideológicos de un individuo por medio de la tecnología, data de los años 1880. Cyrus McCormick fabricaba en Chicago equipo mecanizado para la agricultura. A comienzos de los años 1880, descontentos con las condiciones en la planta de McCormick, los obreros calificados estaban tratando de organizar un sindicato, a lo que McCormick se oponía violentamente. Instaló en su fábrica máquinas de moldear neumáticas relativamente nuevas y no probadas, a un costo de \$ 500 000 (equivalente a más de 100 millones en dólares del año 2000). La significación del hecho estriba en que sólo se requería mano de obra no especializada para operar las nuevas máquinas, con lo que resultaban eliminados los trabajadores calificados. Las máquinas eran ineficientes y producían productos inferiores a mayor coste. Su propósito real era deshacerse de los revoltosos destruyendo el sindicato y atemorizando a los restantes trabajadores. Una vez logrado este propósito, las máquinas fueron abandonadas [OZANNE, 1967].

2.10. La tecnología en apoyo de la ideología

Cyrus McCormick no fue el primero que usó máquinas específicas más con el propósito de amansar a los trabajadores, que para utilizarlas en calidad de

herramientas de producción. Como se ha señalado antes, esto era práctica común en los comienzos de la Primera Revolución Industrial en Inglaterra.

"Máquinas introducidas no meramente para crear un marco dentro del cual se pudiera imponer disciplina, sino a menudo como una jugada por parte de los empleadores para contrarrestar las huelgas y otras formas de militancia industrial" [DICKSON, 1974, p. 79].

La contribución de las máquinas al éxito de la industrialización no consistió principalmente en la producción incrementada que ellas hacían posible, sino igualmente en su contribución al establecimiento de las prerrogativas de la administración sobre los trabajadores.

Aunque los componentes de la tecnología constituidos por los objetos físicos y el *know-how* desempeñan papeles prominentes en los casos precedentes y en otros como ellos, si esos componentes se miran como si constituyeran toda la tecnología, entonces la tecnología en sí misma es un mecanismo intermediario, una herramienta, para lograr algún otro objetivo (social, directivo, o ideológico). En el caso de McCormick, el objetivo ideológico de controlar a los trabajadores se consiguió en breve tiempo, pasado el cual se descartó la tecnología física. En el caso de Robert Moses, la tecnología física, todavía en uso, continúa ejerciendo sus objetivos sociales e ideológicos originales. Lo mismo es cierto para el sistema de fábrica de la Primera Revolución Industrial. Aunque parezca que la tecnología física determinó el desarrollo social subsiguiente, ella en sí misma no era la variable independiente. Más bien, los individuos o clases sociales, atendiendo a sus propios intereses ideológicos, actuaron para crear e introducir la tecnología física que entonces dio lugar a cambios sociales. En los casos que acaban de tratarse, el factor determinante fue el poder político y económico.

2.11. *Remedio tecnológico expeditivo*⁷

Los ejemplos de las secciones anteriores sobre tecnologías ideológicas describen tecnologías introducidas para lograr objetivos sociales malignos. Existe una corriente de pensamiento que aboga por la introducción consciente de tecnologías específicas para *resolver* problemas sociales existentes; por lo cual sus objetivos sociales pudieran mirarse como benignos. Los *problemas sociales* pudieran ser: el rápido crecimiento de la población, la subida de la temperatura del planeta, la deterioración del medio, la escasez de agua, y otros problemas similares de gran escala. Algunos pudieran aducir que tales problemas sociales surgen como resultado de los actos individuales de la gente, que no limita el tamaño de sus familias, desperdicia el agua, etc. Frente a tales problemas, la cuestión es la siguiente:

"[...] ¿hasta qué punto pueden eludirse los problemas sociales reduciéndolos a problemas tecnológicos? ¿Podemos identificar remedios tecnológicos expeditivos para problemas sociales profundos e infinitamente complicados?, remedios que caen dentro de las posibilidades de la tecnología moderna y que o bien eliminarían el problema social original sin requerir un cambio en la actitud del individuo, o alterarían el problema para hacer más viable su resolución" [WEINBERG, 1966].

Un *remedio tecnológico expeditivo* es, pues, un medio bien sea para eliminar o para mejorar un problema social. Es tentador decir que una tecnología tal resulta *construida socialmente* puesto que su origen es un problema social (Véase 3).

Weinberg sugiere el dispositivo intrauterino como un remedio tecnológico expeditivo nuevo en su tiempo.

"El dispositivo intrauterino no sustituye completamente la ingeniería social por la tecnología, [...] no obstante [...] el dispositivo intrauterino reduce de tal forma el componente social del problema que hace mucho menos desesperado un caso imposiblemente difícil" [WEINBERG, 1966].

(Desafortunadamente para Weinberg, este remedio tecnológico expeditivo resultó tan dañino para la salud de las mujeres que lo usaban, que se entabló con éxito un pleito legal contra el fabricante y el dispositivo tuvo que ser retirado entonces del mercado. Más que un remedio tecnológico expeditivo fue una engañifa tecnológica).

Como otro ejemplo, Weinberg sugiere que la bomba de hidrógeno *es lo más cercano a un remedio tecnológico expeditivo al problema de la guerra*. Sugiere las plantas desalinizadoras nucleares como el remedio tecnológico expeditivo para resolver el problema de la escasez de agua en todo el mundo. *Tengo muy pocas dudas —dice— de que dentro de los próximos diez a veinte años veremos grandes plantas desalinizadoras de doble propósito surgiendo en muchas áreas costeras del mundo*. Asimismo ve la energía barata de los reactores nucleares como un mega-remedio tecnológico expeditivo para una amplia gama de *problemas sociales*: *Ayudar a alimentar a los hambrientos del mundo*; eliminar la contaminación que resulta generalmente de quemar combustibles fósiles, y otros problemas, todo ello gracias a la energía barata suministrada por las plantas nucleares⁸.

Muchos remedios tecnológicos expeditivos propuestos parecen girar en torno a *mega* soluciones: la bomba de hidrógeno, plantas de energía nuclear, y similares. Lewis Mumford ha observado que, desde la más antigua historia registrada

"hasta nuestros propios días, han existido una al lado de la otra dos tecnologías: una autoritaria, la otra democrática; la primera, centrada en el sistema, inmensamente poderosa pero inherentemente inestable, la otra, centrada en el hombre, relativamente débil, pero fértil en recursos y duradera" [MUMFORD, 1964].

Los remedios tecnológicos expeditivos arriba propuestos corresponden mayormente a la forma autoritaria: de gran escala, centralizadas, controladas jerárquicamente, inflexibles, de alto riesgo, requeridoras de grandes capitales, implantadoras de dependencia.

Se toma como punto de partida la identificación de un problema social (incluyendo las necesidades de la gente de ésto o aquélla). Entonces se desencadena la tecnología para que suministre una solución. En términos generales, se pueden invocar dos mecanismos para equilibrar la disponibilidad de un bien —agua, energía, o cualquier cosa— con respecto a lo que se entiende que sea la necesidad de este bien: incremento de la oferta o reducción de la demanda. Casi siempre se propone un remedio tecnológico expeditivo con vistas a un incremento de la oferta. Se supone que una reducción de la demanda requiere un cambio en las actitudes y prácticas de la gente.

"Uno no se pone a esperar tratando de que cambien los pareceres de la gente: si la gente quiere más agua, uno le da más agua, en lugar de pedirle que use menos agua" [WEINBERG, 1966].

La suposición de Weinberg parece ser que si se sobreutiliza un recurso, eso se debe a las predilecciones de los individuos. En este contexto, una sugerencia de conservación evoca ciertos pensamientos: conservación significa no usar, prescindir de. Eso significa abnegación y sacrificio de las cosas buenas de la vida. Como a los individuos en una sociedad consumista se les condiciona para que acepten como una medida del valor humano los bienes que ellos poseen y consumen, la conservación parece requerir una reducción en el valor personal psicológicamente inaceptable. Pero conservación no implica renunciamiento y prescindencia; significa alterar las prácticas sociales de modo que se logren beneficios con un uso menos desenfrenado de los recursos.

Los asuntos bajo el control de instituciones más que de la gente, tienen mucho más que ver con la conservación que los hábitos personales: normas de construcción que requieren un aislamiento mejor; diseños arquitectónicos; normas de iluminación; normas de embalaje que evitan el embalaje múltiple; métodos de acondicionamiento de aire que no liberan clorofluorocarbonos; sistemas de transporte público adecuados; cogeneración —el uso del calor de procesos industriales para producir electricidad primero—; reutilización de los desechos generados por la producción —quemar cáscaras de nuez y pecana, o el

bagazo y la paja de la caña de azúcar para producir calor y electricidad en una planta procesadora de nueces o de azúcar de caña, respectivamente—; incremento del rendimiento de máquinas, motores y mecanismos de todo tipo. Todas estas sugerencias constituyen también remedios tecnológicos expeditivos pero no los mega-remedios a que aspiran los tecnófilos. Aunque los individuos tienen un papel conservativo que desempeñar adoptando prácticas menos derrochadoras, el provecho principal de la conservación proviene de cambios en las prácticas institucionales. Aun el reciclaje de materiales —tales como papel, vidrio, envases metálicos, plásticos, etc.—, donde tienen que participar los individuos, requiere de organización por parte de instituciones.

2.12. Ludistas y ludismo: tecnofobia y tecnofilia

A unos doscientos años de distancia, la Primera Revolución Industrial se contempla casi universalmente como un desarrollo positivo y un precursor de la vida que se lleva en los países desarrollados en el empalme con el tercer milenio. Sin embargo, a la mayoría de los participantes en aquella conmoción le pareció un desastre completo, empobrecedor (Véase 2.4.). En los primeros años de esa época hubo casos espasmódicos en que los trabajadores se dedicaron a romper las máquinas para retar a los que veían como destructores de su manera de vivir: las nuevas máquinas y sus dueños.

Tales actividades alcanzaron un clímax entre fines de 1811 y comienzos de 1813 cuando grupos organizados de artesanos textiles de la mitad septentrional de Inglaterra, donde florecían los correspondientes oficios, emprendieron una campaña encaminada a destruir las máquinas y recuperar su modo de vida. Grupos de hombres, al amparo de las sombras de la noche, entraban en las fábricas para destrozar las máquinas. En manifiestos y octavillas justificativas de sus acciones, y en sus peticiones de restauración, hacían referencia a un líder ficticio: *Ned Ludd* (a veces, *el general Ludd*); por lo que llegaron a ser conocidos como *ludistas* [SALE, 1995; THOMPSON, 1963].

Los ludistas eran selectivos en cuanto a la clase de máquinas que destruían; no tocaban las pequeñas máquinas de hilar con menos de 24 husos, que podía operar una sola persona, ni los telares más pequeños. No se oponían a la maquinaria en general sino a las máquinas instaladas en las fábricas cuyos dueños los privaban de su medio de vida y de la autonomía en su trabajo, los cuales imponían condiciones deshumanizantes ahora reconocidas y condenadas como prácticas ilegales e inmorales de trabajo con niños y en talleres inmundos: *Máquinas dañinas a la comunidad*, como decían. Aunque a veces formulaban vagas amenazas en sus octavillas, generalmente evitaban la violencia contra las personas y disfrutaban del apoyo local en el

área geográfica de sus actividades. Para los dueños de fábricas y funcionarios gubernamentales, *ludista* era un término oprobioso, pero la gente sencilla simpatizaba con él. Los ludistas fueron severamente reprimidos por las autoridades⁹.

Más recientemente, los defensores de la alta tecnología han convertido en términos de burla las palabras *ludista* y *neoludista* para condenar a quienes cuestionan cualquier aspecto de la tecnología moderna, incluso a los que abogan en favor de la energía solar como solución tecnológica, en lugar de la energía nuclear. Con todo, algunos consideran el término un distintivo honorífico y se dan a sí mismos esta designación. Uno de ellos ha escrito:

"En contraste con los ludistas originales, que se concentraban en los efectos particulares de máquinas particulares, los neoludistas se preocupan por la forma en que la dependencia de la tecnología cambia el carácter de toda una sociedad" [COBB, 1992].

Un término despectivo lanzado a menudo contra los neoludistas es el de *tecnófobo*, es decir, el que le teme a la tecnología, o padece de tecnofobia. Los enamorados de la alta tecnología, que tienen que tener el último modelo de cualquier cosa que esté disponible, pudieran llamarse *tecnófilos*, es decir, amantes de la tecnología. Pero la tecnofilia no carga con la implicación despectiva asociada a la tecnofobia¹⁰. Sin embargo, no era el temor la emoción que caracterizaba a los primeros ludistas ni a los más recientes neoludistas. La emoción más apropiada que describe su punto de vista era el odio; no el odio ciego, irracional, sino un odio basado en la percepción de que la tecnología está destruyendo un modo de vida: la comunidad. Los ludistas no se equivocaron en cuanto a esto: su modo de vida ha desaparecido para siempre.

3. La construcción social de la tecnología

Como se ha visto, el determinismo tecnológico es un punto de vista según el cual la tecnología, aunque dependiente de la ciencia, es una variable independiente que determina los efectos sociales. Una versión algo más blanda reconoce que las condiciones sociales —política gubernamental, requisitos militares— pueden bien sea promover el desarrollo de tecnologías específicas, o inhibirlo. Esta versión *blanda* modifica pero no niega el determinismo tecnológico. También hay casos en que los intereses específicos de individuos o clases han precedido y estructurado la tecnología que los avances de la ciencia han hecho posible. El cambio social resultante queda incrustado en la forma de tecnología que dimana de esos intereses especiales.

¿Hay, sin embargo, situaciones en las cuales se invierten las cosas, donde lo *social* en una sociedad dada determina la naturaleza de las tecnologías específicas y su introducción en la sociedad? Para responder, hay que mirar más allá de los propios artefactos y sistemas tecnológicos —transporte aéreo, sistemas energéticos, televisión— y explorar el medio socioeconómico en el cual éstos se desarrollan y despliegan. Ciertamente, en algunos casos los intereses económicos, políticos, y aun ideológicos de los individuos o clases pudieran determinar el efecto, tal como se discute en la sección 2.5. Las descripciones que siguen ilustran otras posibilidades.

3.1. *Constructivismo social*

Los investigadores de las ciencias sociales —sociólogos, historiadores, y otros— no tienen la posibilidad de armar sociedades sobre las cuales realizar experimentos para descubrir verdades sociales generales. En lugar de eso, deben aplicarse a la realización de estudios de casos históricos de los cuales puedan sacarse generalizaciones. Si el campo de uno es la historia o la sociología de la tecnología, los estudios de casos tratan de la feliz (o fallida) introducción de tecnologías específicas. Entonces se hacen generalizaciones que se confrontan con otros estudios de casos, y esto posiblemente da lugar a cambios en las generalizaciones.

3.2. *El caso de la bicicleta*

Aunque defectuoso, el modelo explicativo más común de cambio económico y social ha sido el de carácter lineal: ciencia→tecnología→cambio social. Por necesidad, este modelo se concentra en las tecnologías que, habiendo tenido éxito, dan lugar a cambios sociales. Trevor Pinch y Wiebe Bijker sugieren un modelo con más dimensiones: las innovaciones son expuestas primeramente a grupos sociales, que entonces reaccionan ante ellas. Sus reacciones dan lugar a variaciones en las innovaciones, que se exponen nuevamente a las fuerzas de la sociedad. El proceso se repite hasta que la tecnología se estabiliza en su estado final: se logra así el *cierre* [PINCH & BIJKER, 1987].

Puede argumentarse que la bicicleta no es comparable bien sea como tecnología o como asiento del cambio social, a los automóviles, los sistemas de producción automáticos, los sistemas de energía eléctrica y similares. Los cambios sociales asociados a éstos son verdaderamente trascendentales. Ciertamente, la bicicleta puede ser un útil medio de transporte para las personas en ciudades grandes (Amsterdam, Beijing) y pequeñas; puede incluso ser un importante medio de transporte de armas y suministros¹¹. Sin embargo,

las generalizaciones sobre el cambio social **derivadas** de su desarrollo deben ser moderadas por el realismo.

3.3. *Determinismo a la vez tecnológico y social*

Otros estudios de casos, más **significativos**, han resultado en modelos más complejos de interacción de lo físico y lo social. Algunos dicen que ni el determinismo tecnológico ni el **constructivismo social** pueden explicar adecuadamente las complejas interacciones **sociotecnológicas**.

3.4. *El caso de los sistemas electroenergéticos*

Un estudio particularmente **significativo de esta naturaleza** fue realizado por Thomas P. Hughes. Su caso principal **fue la invención**, el desarrollo y el despliegue de los sistemas electroenergéticos, **comenzando** con el primero —el de Thomas Edison— y continuando con **estudios detallados** tanto de distintos sistemas grandes y pequeños en California, **como de las centrales** de generación de energía eléctrica en Berlín, Chicago y Londres. Al estudiar las condiciones tanto internas de los sistemas que se **construían**, como las de su medio, se refiere a los inventores, ingenieros, **administradores** de sistemas y financieros como *constructores de sistemas* [HUGHES, 1983]. A partir del estudio comparativo de los sistemas de Berlín y Londres, Hughes ilustra como el medio social configura los sistemas **tecnológicos**. En el contexto imperial alemán, el sistema electroenergético de Berlín **quedaba** centralizado, con 6 grandes plantas eléctrica incluidas. Por otro lado, en el más democrático Londres, cada barrio municipal regulaba **su propio** sistema electroenergético, lo que se tradujo en la coexistencia de **más de 50 pequeñas** plantas eléctricas. Ambos sistemas se mantuvieron **durante decenios**. Como resultado, el consumo per cápita de energía eléctrica en Londres **cayó** muy por debajo del de Berlín. (Aunque Hughes no lo expresa, **podrían** verse aquí conceptos ideológicos: ¿considerar socialmente **apetecible un alto** consumo eléctrico; el gobierno democrático, perjudicial para el **desarrollo tecnológico!**).

El concepto de Hughes de sistema **tecnológico** lo abarca **todo**; los componentes incluyen no solamente los **artefactos** físicos —generadores, líneas de transmisión, transformadores, **dispositivos** de utilización terminal— sino también:

- Organizaciones (empresas fabriles, **empresas de servicios** públicos, bancos);
- Componentes científicos (libros, **revistas, programas** de investigación);
- Legislación y agencias gubernamentales;
- Recursos naturales (minas, pozos de **petróleo**)

- Seres humanos (inventores, ingenieros, administradores, financieros, trabajadores).

En la última categoría, salvo a los *trabajadores*, a todos los demás se les denomina *constructores de sistemas*. Desde luego, como los trabajadores son humanos, por esta razón tienen que ser incluidos como tales. Sin embargo, dentro del sistema tecnológico, ellos desempeñan el mismo papel que las partes intercambiables.

Para Hughes, la cuestión de la causa no es asunto de *esto o esto otro*. Dice que no es ni determinismo tecnológico ni constructivismo social; los sistemas tecnológicos *son a la vez construidos socialmente y configuradores de la sociedad* [HUGHES, 1987]. De la descripción dada de un sistema tecnológico, ¿cómo hubiera podido ser de otra forma? Ciertamente, Hughes ilustra mediante muchos ejemplos que en cada momento de la concepción y el despliegue de un sistema tecnológico, el *medio externo* tiene que ser tomado en cuenta. Así pues, la tecnología no es diferente del medio circundante político, social y económico; todos están integrados. A tal punto, que acuñó un término que se ha convertido en una metáfora de las interconexiones: lo social, económico, político, tecnológico, todos ellos forman un *tejido sin costuras*.

3.5. Variaciones sobre la construcción social

Hasta aquí se han examinado dos puntos de vista: el primero, que lo social, independientemente de lo tecnológico, *construye* la tecnología; y el segundo, que lo tecnológico, lo social, lo económico, lo político, todos son parte de un tejido sin costuras, y que el desarrollo y el despliegue de la tecnología son el producto de todo interactuando con todo. Michel Callon aboga por una variación sobre este punto de vista, consistente en concebir la ciencia, los distintos artefactos tecnológicos naturales o artificiales — catalizadores, baterías, y hasta electrones—, los grupos específicos de personas —ingenieros, usuarios, agencias gubernamentales, fabricantes— y otros como *actores*. Juntos forman una *red de actores* de componentes heterogéneos, donde cada actor interactúa con los demás. No hay distinción entre actores humanos y no humanos, ni entre individuos y organizaciones. El resultado es el cambio tecnológico [CALLON, 1987]. De nuevo, este modelo proviene de un estudio de casos, esta vez del desarrollo de un vehículo eléctrico propuesto en Francia, y su consiguiente fracaso.

Los conceptos de sistema tecnológico y de red de actores tienen mucho en común. Puesto que la tecnología que acaba de mencionarse fracasó en la realidad y no fue introducida en la sociedad, no se puede examinar el cambio social resultante con vistas a extraer conclusiones.

Han aparecido otras variaciones sobre los conceptos precedentes, cada una basada en uno o más estudios de casos, pero si bien las respectivas diferencias en puntos de vista y en terminología pudieran ser significativas para los sociólogos e historiadores, no lo son tanto para los ingenieros.

3.6. *Moméntum tecnológico*

En su estudio de los sistemas, Thomas Hughes introdujo otro concepto para explicar el desarrollo de la tecnología: el de *moméntum* tecnológico:

"Un concepto más complejo que determinismo y construcción social, el *moméntum* tecnológico infiere que el desarrollo social configura y es configurado por la tecnología. El *moméntum* es también dependiente del tiempo" [HUGHES, 1994, p. 102].

Hughes llega a este concepto a partir del estudio de los grandes sistemas, no sólo los sistemas electroenergéticos sino muchos otros. En las fases iniciales de los sistemas tecnológicos, aparte de los componentes físicos, el sistema incluye inventores, innovadores, administradores, financieros, y, desde luego, trabajadores. A medida que los sistemas evolucionan —*ganando así en moméntum*—, y maduran,

"el sistema se hace menos *configurable* por el medio y más *configurador* de éste [...] Las características del *moméntum* tecnológico incluyen las pericias y conocimientos adquiridos, máquinas y procesos de propósito especial, inmensas estructuras físicas, y una burocracia organizada"[HUGHES, 1994].

Según van pasando a los manuales las pericias y conocimientos adquiridos durante el desarrollo y el funcionamiento de los grandes sistemas tecnológicos, se forman nuevos ingenieros e inventores que eventualmente aplican estos conocimientos y pericias en nuevas empresas, continuando así el *moméntum* tecnológico. Un ejemplo que se da es la aplicación de las pericias y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los ferrocarriles en los Estados Unidos de mediados del siglo XIX, a la construcción de los sistemas de transporte ferroviario eléctrico intraurbanos (subterráneos y elevados) e interurbanos que proliferaron en el período 1890-1910.

El cuadro no puede explicar el destino de los sistemas ferroviarios eléctricos interurbanos que desde aquella época hasta los años 1920 habían crecido en los Estados Unidos con tal *moméntum tecnológico*. Muchos de ellos fueron adquiridos por los fabricantes de automóviles y las compañías petroleras, y dejaron de existir poco después. Se ha sostenido que estos sistemas ferroviarios interurbanos fueron destruidos deliberadamente por sus compradores con el propósito de obtener más beneficios económicos

incrementando el uso de los automóviles [SNELL, 1974]. ¿Fue el momento tecnológico lo que dio lugar a este resultado, o fue el puro poder económico que respaldaba determinados puntos de vista e intereses ideológicos?

Otro ejemplo de Hughes es la existencia, después de la Primera Guerra Mundial, de las grandes e importantes plantas de una fábrica alemana de productos químicos (BASF), que quedaron subutilizadas al desplomarse la necesidad de los productos químicos que fabricaban. También resultaron subutilizados el *conocimiento de investigación y desarrollo* y las *pericias constructivas* de los *numerosos ingenieros, diseñadores y expertos artesanos* de la compañía, que quedaron sin contenido de trabajo al terminar la guerra. Todos éstos englobaban un momento tecnológico que en aquella época estaba haciendo tiempo. Pero el presidente de la junta directiva de la compañía, Carl Bosch, que había inventado el principal proceso químico sobre cuya base se fundó la compañía, *tenía un interés personal y profesional en hacer avanzar el desarrollo y la aplicación* de dicho proceso. Puso a sus empleados a trabajar para desarrollar nuevos productos químicos y más tarde se dedicó a realizar más trabajos de investigación y desarrollo, que dieron lugar a nuevos productos, y se convirtió en un gran suministrador de la trituradora nazi: *el momento arrastró a la BASF [...] dentro del sistema nazi de autarquía económica*, según Hughes [SMITH & MARX, 1994, pp. 109-110], que ofrece esto como un ejemplo de momento tecnológico.

Otra manera de explicar el fenómeno sería identificar su causa con el ejercicio del puro poder, poder económico y político, cuyos detentadores pueden crear todo el *momentum* que quieran y que su poder hace posible. (Véase el próximo ejemplo). Puede concluirse fácilmente que el *interés personal y profesional* del industrial, junto con el poder económico derivado de su trabajo de carácter bélico, le hubieran bastado para salir victorioso, aun con nuevos empleados y nuevas plantas, en ausencia de un *momentum* previo.

La misma idea errónea se hace evidente en otros ejemplos. Especialmente llamativo como ejemplo de momento tecnológico es la descripción que hace Hughes del fomento de las armas atómicas en los Estados Unidos al terminar la Segunda Guerra Mundial:

"Inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, el general Leslie Groves desplegó sus instintos de construcción de sistemas y su conciencia de la importancia crítica del momento tecnológico como medio de asegurar la supervivencia del sistema de producción de armas atómicas englobado en el Proyecto Manhattan. Entre 1945 y 1947, cuando otros esperaban el desarme, Groves amplió las instalaciones de difusión gaseosa para separar uranio fisionable en Oak Ridge; persuadió a la compañía General Electric de que operase los reactores para producir plutonio en Hanford, Washington; consiguió fondos para el nuevo

Laboratorio Knolls de Energía Atómica; estableció los Laboratorios Nacionales de Argonne y Brookhaven de investigación fundamental en ciencias nucleares; y suministró fondos para la investigación en varias universidades. Guiado por su mano, un sistema de producción en gran escala con un gran *momentum* adquirió una nueva vida en tiempos de paz. Algunos de los científicos principales del proyecto de tiempo de guerra habían confiado en que la producción se terminaría después de hacer unas cuantas bombas y la llegada de la paz" [HUGHES, 1994, p. 111].

Ésta no es una descripción convincente del *momentum* tecnológico tal como lo definió previamente Hughes. La situación es diferente de la del caso Bosch/BASF, donde se dijo que las plantas ociosas existentes y los constructores de sistemas con pericias y conocimientos adquiridos, pero sin contenido de trabajo, constituían el *momentum*. Aquí, un general solitario —presumiblemente respaldado por el poder económico militar— no se limitó a usar el *momentum* existente sino que —contra las expectativas de los *principales científicos* (y la oposición activa de algunos)— se dedicó a crear y a financiar nuevos laboratorios importantes, presumiblemente con nuevo personal, todo ello carente de *momentum*. Los *instintos de construcción de sistemas* y la conciencia del *momentum* de este solo militar se ofrecen como el medio para iniciar la carrera de las armas nucleares cuyas descomunales consecuencias son todavía incalculables —y esto frente a *científicos principales* que esperaban algo bien distinto—. De nuevo, pudiera suponerse que fueron decisivos otros factores distintos del *momentum*, tales como el poder institucional de los militares, y la ambición personal y los compromisos ideológicos de personas poderosas. Después de todo, fue el dinero contante y sonante lo que *persuadió* a la General Electric, y no los *instintos de construcción de sistemas* del general Groves.

Conclusiones

Si en sus humildes orígenes la tecnología se identificaba con simples medios físicos derivados de los conocimientos científicos, hoy se la considera un fenómeno multidimensional. La dimensión que ha sido menos adecuadamente subrayada por los autores es el poder económico y político en apoyo de las posiciones ideológicas. Las formas específicas que toma la tecnología están fuertemente basadas en este poder. Bajo diferentes principios de vida social se pueden imaginar sistemas tecnológicos de formas alternativas diferentes en grado sumo.

Reconocimiento

Conste aquí la expresión de mi mayor gratitud al Dr. José Altshuler, que no sólo me animó a preparar este trabajo con vistas a su publicación en *Llull*, sino que se encargó de la espinosa tarea de traducir el original del inglés al español.

NOTAS

1 Simon Ramo representa la R en la TRW Corporation.

2 Por ejemplo, maximizar la ganancia no fue la motivación que condujo al reconocimiento de que el despliegue de la tecnología existente era desfavorable para cierto tipo de personas discapacitadas. Las instalaciones y el transporte públicos inaccesibles, el diseño común de las aceras, las calles y los lugares públicos (restaurantes, tiendas, teatros, centros de trabajo, incluso aulas universitarias) constituían impedimentos para quienes carecían de movilidad y requerían el uso de una silla de ruedas. El alboroto social que se armó fue el factor motivante de los cambios que se introdujeron en el medio ambiente, favorables a los discapacitados.

3 Noble revisó la literatura pública, estudió los papeles personales de los que contribuyeron al proceso, consultó documentos internos de corporaciones que se dedicaban a desarrollo de máquinas-herramientas automatizadas, consultó contratos dados por la Fuerza Aérea de los EE.UU. al MIT y otros para apoyar el desarrollo, escudriñó material de archivo mientras fue miembro del profesorado del MIT, y entrevistó a individuos que participaron en el proceso tanto al comienzo como después.

4 Para un enfoque de ficción, véase [VONNEGUT, 1952].

5 Este proceso de descalificación de los trabajadores ha sido fuertemente impulsado por las administraciones desde los primeros tiempos de la Primera Revolución Industrial (Véase 2.12.).

6 Noble describe la fascinante historia del empresario John Parsons, quien a mediados de 1949 obtuvo un contrato de la Fuerza Aérea estadounidense para desarrollar una máquina cortadora *cardamática* de contornos controlada por un lector de tarjetas perforadas. [*Cardamática* viene de los vocablos ingleses *card* (tarjeta) y *automatic* (automática)]. Parsons había entrado antes en un *acuerdo* con la IBM para desarrollar el *lector de datos de entrada* que se necesitaba. Más tarde en 1949 Parsons subcontrató al Laboratorio de Servomecanismos del MIT para que le brindara asistencia técnica. El MIT tenía una larga historia de apoyo de los militares durante la Segunda Guerra Mundial y después. Por entonces, los ingenieros del MIT estaban muy comprometidos con el desarrollo de ordenadores y sistemas de ordenadores. Según Noble, su entusiasmo por el control numérico y sus estrechos vínculos con la Fuerza Aérea eran muy fuertes; Parsons nunca supo de dónde había venido el golpe. A los seis meses de haberse involucrado el MIT en el proyecto, habían sido descartados tanto Parsons como su visión y el MIT, con sus designios diferentes, estaba a cargo del proyecto. Los actores determinantes fueron individuos específicos del MIT (jefes de departamento, directores de proyecto, jefes

de laboratorio). La Fuerza Aérea continuó suministrando fondos para el proyecto de control numérico del MIT durante unos 10 años, sin que Parsons pudiera llevar a feliz término su visión. El reconocimiento como inventor de las máquinas-herramientas automáticas le llegó tardíamente cuando (luego de haber recibido una docena de otros premios) el presidente Ronald Reagan le confirió la Medalla Nacional de la Tecnología en 1985 y se le dio entrada en 1988 en el Salón de la Fama de los Inventores Nacionales: Thomas Edison y los hermanos Wright se encuentran entre unas cien personalidades que están en él [NOBLE, 1984, pp. 96-143; PARSONS, 1996, comunicación personal].

7 Empleamos la expresión *remedio tecnológico expeditivo* como equivalente en español a la expresión inglesa *quick technological fix* que aparece en el original, siguiendo a Weinberg.

8 Alvin Weinberg, pionero en la investigación y el desarrollo de la energía atómica, dirigió en los Estados Unidos el Laboratorio Nacional de Oak Ridge durante 18 años hasta 1977. Cuando esto se escribió, había transcurrido más de un tercio de siglo desde la aparición de su trabajo; sin embargo, su remedio tecnológico nuclear en gran escala no se ha materializado todavía, ni es probable que se materialice nunca.

9 A comienzos de 1812, en un área de unos 5 400 kilómetros cuadrados en el corazón de Inglaterra, el Gobierno había desplegado una imponente fuerza de 14 400 soldados. Por comparación, el número de soldados enviados a la Península Ibérica cuatro años antes bajo el mando de Wellington contra Napoleón era menor de 8 800, aunque en el momento de la victoria de Wellington en 1809, sus fuerzas eran de unos 20 000 hombres [SALE, 1995, p. 148].

10 El temor a la tecnología puede no ser totalmente irracional en vista de los millones de personas que mueren o quedan lisiadas en todo el mundo debido a accidentes automovilísticos o industriales; o que sufren de los efectos de materiales tóxicos; o que tienen profundas preocupaciones sobre la destrucción de la capa de ozono debido a los compuestos clorofluorocarbónicos liberados a la atmósfera, los cuales dan lugar a un calentamiento global a largo plazo.

11 Los vietnamitas utilizaron extensamente la bicicleta para transportar suministros de guerra a lo largo del *sendero de Ho Chi Min* durante la guerra de los Estados Unidos en Viet Nam.

BIBLIOGRAFIA

BALABANIAN, N. (1993) "The neutrality of technology: A critique of assumptions". En: J. Buschman (1993), *Critical approaches to information technology in librarianship*. Westport, CT, Greenwood Press, 15-40 [Versión revisada y actualizada de *Society*, 17(3), 7-14, 1980].

BERG, N. (1986) *The age of manufactures: Industry, innovation and work in Britain 1700-1820*. Oxford, Oxford University Press.

BIJKER, W.E., HUGHES, T.P. & PINCH, T.J. (Eds.) (1987) *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technological systems*. Cambridge, MA, MIT Press.

BROOKS, H. (1973) "The technology of zero growth". *Daedalus*, 102.

BUSCHMAN, J. (1993) *Critical approaches to information technology in librarianship*. Westport, CT, Greenwood Press.

CALLON, M. (1987) "Society in the making: the study of technology as a tool for sociological analysis". En: W.E. Bijker, T.P. Hughes y T.J. Pinch (eds.) (1987), *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technological systems*. Cambridge, MA, MIT Press, 83-103.

CARO, R. (1974) *The power broker: Robert Moses and the fall of New York*. Nueva York, Random House. Citado en: L. Winner (1986), *The whale and the reactor: A search for limits in an age of high technology*. Chicago, University of Chicago Press.

COBB, C. (1992) "Human Economy Newsletter (septiembre)". Citado en: K. Sale (1995), *Rebels against the future: The Luddites and their war on the Industrial Revolution*. Reading, MA, Addison-Wesley, 255.

DICKSON, D. (1974) *The politics of alternative technology*. Nueva York, Universe.

DRUCKER, P.F. (1967) "Technological trends in the twentieth century". En: M. Kranzberg y C. Pursell (eds.) (1967), *Technology in West-ern civilization*. Nueva York, Oxford University Press, vol. II.

GOLDMAN, S. (Ed.) (1989) *Science, technology, and social progress*. Bethlehem, PA, Lehigh University Press.

HEILBRONER, R.L. (1994) "Do machines make history?". En: M.R. Smith y L. Marx (eds.) (1994), *Does technology drive history?: The dilemma of technological determinism*. Cambridge, MA, MIT Press, 54-65 [Reimpreso de *Technology and Culture*, 8 (Jul. 1967), 335-345].

HUGHES, T.P. (1983) *Networks of power: Electrification in Western society*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

----- (1987) "The evolution of large technological systems". En: W.E. Bijker, T.P. Hughes y T.J. Pinch (eds.) (1987), *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technological systems*. Cambridge, MA, MIT Press, 51-82.

----- (1994) "Technological momentum". En: M.R. Smith y L. Marx (eds.) (1994), *Does technology drive history?: The dilemma of technological determinism*. Cambridge, MA, MIT Press, 102-114.

KRANZBERG, M. & PURSELL, C. (1967) "Technology's challenge". En: M. Kranzberg y C. Pursell (eds.) (1967), *Technology in West-ern civilization*. Nueva York, Oxford University Press, vol. II.

KRANZBERG, M. & PURSELL, C. (Eds.) (1967) *Technology in West-ern civilization*. Nueva York, Oxford University Press, vol. II.

LANDES, D. (1969) *The unbound Prometheus: Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge, Cambridge University Press.

MUMFORD, L. (1963) *Technics and civilization*. Nueva York, Harcourt, 2ª ed.

----- (1964) "Authoritarian and democratic technics". *Technology and Culture* (5, Invierno): 1-8.

- NOBLE, D.F. (1984) *Forces of production*. Nueva York, Alfred A. Knopf.
- (1989) "Automation madness, or the automatic history of automation". En: S. Goldman (ed.) (1989), *Science, technology, and social progress*. Bethlehem, PA, Lehigh University Press, 65-92.
- (1993) *Progress without people: In defense of Luddism*. Chicago, Kerr.
- OZANNE, R. (1967) *A century of labor-management relations at McCormick and International Harvester*. Madison, WI, University of Wisconsin Press. Citado en: L. Winner (1986), *The whale and the reactor: A search for limits in an age of high technology*. Chicago, University of Chicago Press, 23.
- PINCH, T.J. & BIJKER, W.E. (1987) "The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other". En: W.E. Bijker, T.P. Hughes y T.J. Pinch (eds.) (1987), *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technological systems*. Cambridge, MA, MIT Press, 17-50.
- RAMO, S. (1969) *Cure for chaos*. Nueva York, David McKay.
- (1970) *Century of mismatch*. Nueva York, David McKay.
- SALE, K. (1995) *Rebels against the future: The Luddites and their war on the Industrial Revolution*. Reading, MA, Addison-Wesley.
- SMITH, M.R. (1994) "Technological determinism in American culture". En: M.R. Smith y L. Marx (eds.) (1994), *Does technology drive history?: The dilemma of technological determinism*. Cambridge, MA, MIT Press, 1-35.
- SMITH, M.R. & MARX, L. (Eds.) (1994) *Does technology drive history?: The dilemma of technological determinism*. Cambridge, MA, MIT Press.
- SNELL, B.C. (1974) *American ground transport*. Washington, Government Printing Office. [Documento presentado al *Subcommittee on Antitrust and Monopoly of the Committee on the Judiciary* del Senado de los EE.UU.].
- TEICH, A.H. (Ed.) (1986) *Technology and the future*, 4ª ed. Nueva York, St. Martin's Press.
- THOMPSON, E.P. (1963) *The making of the English working class*. Nueva York, Victor Gollancz.
- VONNEGUT, K. (1952) *Player piano*. Nueva York, Holt, Rhinehart and Winston.
- WATKINS, B.O. & MEADOR, R. (1978) *Technology and human values*. Ann Arbor, MI, Ann Arbor Science.
- WEINBERG, A.M. (1966) "Can technology replace social engineering?". En: A.H. Teich (ed.) (1986), *Technology and the future*, 4ª ed. Nueva York, St. Martin's Press, 21-30 [Reimpreso del *University of Chicago Magazine*, 59 (Oct. 1966)].
- WINNER, L. (1977) *Autonomous technology: Technics-out-of-control as a theme in political thought*. Cambridge, MA, MIT Press.
- (1986) *The whale and the reactor: A search for limits in an age of high technology*. Chicago, University of Chicago Press.