

# Tecnología, Sociedad, Conocimiento

Por *Silvio Schlosser*, director ejecutivo de la Fundación YPF

*La comprensión básica de los estudios sobre ciencia y tecnología constituye un elemento esencial en la formación científica y tecnológica.*

*Robert Mc Ginn<sup>1</sup>*

Tecnología, Sociedad y Conocimiento son componentes que, necesariamente, deben funcionar integradamente en un país. Hoy en día, es cada vez más necesario un análisis multidireccional del tema, ya que las decisiones que afectan al desarrollo científico tecnológico suponen un debate político que implica una elección democrática de valores y una concepción del desarrollo de la sociedad.

## La sociedad moderna

Tiene su origen histórico en los cambios que se produjeron en la vida urbana durante la Revolución Industrial, pero sólo incorpora sus atributos más definitorios hacia finales del siglo XVIII y principios del XIX, con la modificación social resultante del ascenso de las clases medias urbanas, del desarrollo de la democracia política y de la consolidación plena de la economía industrial y de los trabajadores asalariados en las ciudades. En

consecuencia, bien se puede decir que el proceso de modernización social tiene apenas dos siglos de existencia.

No es por casualidad, dice Carlota Solé<sup>2</sup> que “el período más importante en la formación de la sociología como ciencia (1830-1910), cuando se colocan los cimientos del pensamiento sociológico contemporáneo por parte de Saint Simon, Comte, de Tocqueville, Spencer, Durkheim, Simmel, Tonnies, Weber, etc., coincide con el período de grandes transformaciones originadas por la Revolución Industrial y la Revolución Francesa”.

Ya entonces, los fundadores de las ciencias sociales modernas establecieron con toda claridad qué era el *orden nuevo*, comenzando por identificar los atributos básicos y novedosos que lo caracterizaban, tales como: producción fabril, técnica, propiedad privada, capital, capitalismo, ideología, libertad, igualdad, explosión demográfica, urbanización, etc.

De esta manera, dentro de su contexto histórico, estos nuevos conceptos fueron facilitando una clasificación antitética entre orden viejo y nuevo orden en razón de los atributos reconocidos como pertenecientes a las sociedades tradicional y moderna:

- Homogeneidad versus heterogeneidad (Spencer).
- Sociedades segmentarias versus so-

ciudades complejas (Durkheim).

- Regímenes aristocráticos versus democráticos (de Tocqueville).
- Comunidad versus sociedad (Tonnies)<sup>3</sup>.

Estas particularidades dicotómicas permitieron demostrar la existencia de un conflicto latente entre tradición y modernidad, procurando iluminar los problemas sociales que planteaba la Revolución Industrial. Los creadores de las ciencias sociales fueron avanzando paso a paso en sus conclusiones: se definió a la industria como una organización científica de trabajo y producción creada con el fin de incrementar la riqueza de la sociedad atendiendo a los intereses de todos sus miembros (Comte).

Saint Simon, por su parte, sostuvo que la nueva sociedad democrática debería ser gobernada por los industriales, intelectuales y científicos –los nuevos hombres superiores que debían reemplazar a los aristócratas y burócratas de los sistemas monárquicos autocráticos–. En su análisis de los regímenes políticos, de Tocqueville opuso democracia a *Ancien régime*, porque garantiza la libertad y la igualdad de derechos a todos los ciudadanos. Elogió el nuevo orden político republicano impuesto por la revolución norteamericana, basado en la igualdad de oportunidades para todos los hombres, y agregó que la libertad y la igualdad son los valores



*Silvio Schlosser*

básicos de la nueva sociedad democrática. Ambas son consecuencia del desarrollo de las actividades comerciales e industriales y una garantía de que con el tiempo se pueden ir reduciendo las desigualdades existentes.

Spencer, por su parte, opone la *sociedad militar* (caballería feudal aristocrática) a la *sociedad civil*. En la sociedad militar predomina la organización para la guerra fundada en la cooperación obligatoria, mientras que en la civil predomina la organización para la producción: las esferas política y religiosa están separadas, el individuo no está subordinado al Estado y la sociedad se regula por el principio de cooperación voluntaria para asegurar el sustento de sus miembros y satisfacer sus necesidades. Así, la polaridad entre sociedad militar y sociedad civil no es más que otra forma de presentar el conflicto entre los sistemas feudal e industrial. El conflicto entre ambas sociedades se resolverá, según Comte, con la sustitución de guerreros por comerciantes e industriales, y de teólogos y sacerdotes por científicos, y agrega que la ciencia sustituirá a la religión.<sup>4</sup>

La sociedad moderna ha sido definida también como un sistema organizado sobre los cimientos de un principio básico fundamental, que para Karl Marx es el de las relaciones de propiedad privada capitalista creada por la burguesía, mientras que para Talcot Parson es el del logro como valor dominante.<sup>5</sup>

Al promediar el siglo XIX, Marx planteó la historia del capitalismo en términos del ascenso de la burguesía al poder, para luego sostener que esta clase podía ser relevada por otra, también en ascenso, la clase trabajadora, a la que convirtió en meta de la acción revolucionaria. Pero no advirtió que la tecnología, con su impacto en la sociedad y su desarrollo, podía reemplazar la explotación del proletariado de las primeras etapas del desarrollo industrial. Consideraba al proletario como un mero factor productivo,

sin ver que su movilidad ya había comenzado con la introducción de máquinas que aumentaban la productividad y la creciente incorporación de una tecnología más avanzada y con mayor potencial productivo, que luego relevaba a los trabajadores.

### La sociedad contemporánea

Daniel Bell sostiene que actualmente la sociedad es una compleja amalgama de tres ámbitos: la cultura, el orden político y la estructura social, especialmente referida al orden tecnoeconómico. A pesar de que éste es el que ha conducido al estado posindustrial, Bell sostiene que “los cambios de estructura social no determinan el orden político y la cultura, sino que es el orden político el que se ha convertido en sistema de control de la sociedad”.<sup>6</sup> Las sociedades avanzadas van entrando en estadios posindustriales denominados sociedades informatizadas, o sociedades de comunicación, de conocimiento, etc., y el ingreso a las formas que estamos atravesando actualmente, según Daniel Bell, se caracteriza por:

**1. La consolidación de la ciencia y los valores cognoscitivos, como**

necesidad institucional básica de la sociedad.

**2. La toma de decisiones cada vez más técnicas, que involucra a científicos o economistas más directamente en los procesos políticos.**

**3. La intensidad de las tendencias existentes hacia la burocratización del trabajo intelectual, que crea una serie de limitaciones para las definiciones tradicionales de los valores y empresas intelectuales.**

**4. La creación y la extensión de una inteligencia técnica, que plantea problemas cruciales sobre la relación entre el técnico y el intelectual.<sup>7</sup>**

### Técnica y tecnología

En castellano, el término “técnica” suele referirse a lo técnico-artesanal precientífico y tecnología a lo industrial, vinculado al conocimiento científico. Para la AAAS (*American Association for the Advancement of Science*), las tecnologías son conjuntos de conocimientos científicos, técnicos y artesanales que permiten producir un bien o servicio. Aumentan nuestras habilidades para modificar el mundo y tratar de que se adapte mejor a nuestras necesidades.

### Conocimiento científico

Al hablar de ciencia, se hace referencia a un conocimiento, es decir, a un cuerpo de ideas, y se debe distinguir claramente del procedimiento para producir ese conocimiento: la diferencia entre investigación científica y conocimiento científico. Pero este desarrollo no siempre es lineal como suele describirse:



Muchas veces los desarrollos tecnológicos requieren de investigación científica o de situaciones sociales que induzcan al desarrollo de ciertas investigaciones científicas y tecnológicas. Algunos estudios de ciencia pura requieren tecnologías especiales: Galileo no habría desarrollado su teoría, que tuvo gran influencia sobre las ideas de la sociedad de su época, sin el telescopio.

**Influencia de la tecnología sobre la sociedad o de la sociedad sobre la tecnología**  
**El determinismo tecnológico y el sociológico**

Existen sobre este punto dos posiciones extremas:

Desde el determinismo tecnológico se niega, entre otras cosas, la posibilidad de llevar a cabo estudios sobre la influencia de la sociedad en la tecnología; lo contrario se niega desde el determinismo sociológico. Curiosamente, ambas posiciones opuestas poseen algunos efectos prácticos comunes. Desde la versión más radicalizada de estos determinismos, las investigaciones en evaluación de tecnologías y en políticas científico-tecnológicas carecen de sentido. La razón es fácil de entender, ya que presuponen la capacidad de influir sobre el desarrollo tecnológico y su impacto social. Es más, presuponen que una acción efectiva que pretenda conducir la tecnología hacia un cierto objetivo económico, político o social dependerá de nuestra comprensión de la interacción entre tecnología y sociedad. Una parte de la controversia entre determinismo tecnológico y determinismo sociológico depende precisamente del ámbito de estudio.

Los estudios sociales sobre investigación, desarrollo e innovación se ocupan principalmente de los factores que influyen en el proceso de construcción social de las tecnologías,

mientras que en gran parte de las investigaciones sobre cambio técnico, se analiza la influencia de las tecnologías sobre el contexto económico —si bien en la mayoría de las aproximaciones es este contexto el que selecciona las tecnologías en cuestión—.

**Las economías neoclásicas y la tecnología**

Desde esta perspectiva, el tema caracteriza a las tecnologías según sus posibilidades de producción, utilizando el concepto de *función de producción*. Éste consta de tipos de factores utilizados (trabajo, capital, energía, etc.); tipos de productos obtenidos o su combinación; y relación cuantitativa entre cantidades de factores empleados y cantidad máxima de productos que pueden obtenerse.

La economía neoclásica parte de varios supuestos: la racionalidad del consumidor, la maximización de ganancias como norma de conducta empresarial, el equilibrio, el mercado libre y la información completa.<sup>8</sup> Desde este análisis no se cuestiona el surgimiento y desarrollo de las innovaciones sino que se los explica como producto de la conducta maximizadora de ganancias por parte del empresario: se introducen innovaciones si éstas reducen el costo de producción por medio de ahorros en alguno de los factores empleados (trabajadores, materias primas, etc.).

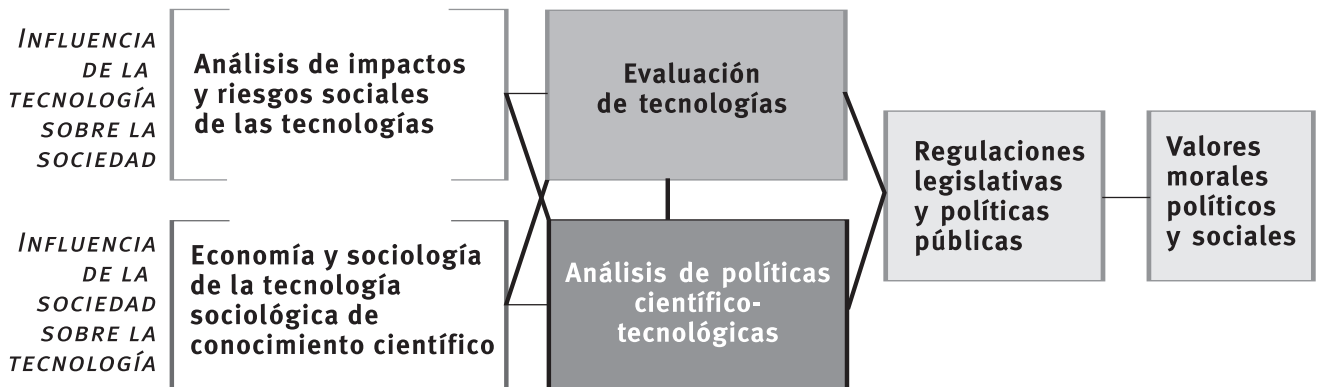
**El análisis marxista y la tecnología**

El marxismo considera las ventajas relacionadas con la lucha de clases y explica la conducta del empresario en lo referente a introducción de innovaciones por la maximización de ganancias. La introducción de tecnologías puede conducir a cambios sustanciales en la capacidad de respuesta colectiva de los trabajadores, aspecto que debe ser valorado por el empresario<sup>9</sup>, y el marxismo ve estos cambios como el resultado de la lucha de clases y de competencia capitalista y le asigna el papel emancipador de la clase mayoritaria. La ciencia y la tecnología debían reemplazar las bases liberales autorregulatorias de la sociedad por una política racional en la que el conocimiento práctico debía ser sustituido por una ideología basada en las ciencias. Sin embargo, estas enmiendas a la democracia liberal causaron la supresión de las raíces democráticas de la sociedad y los países del bloque socialista, por consiguiente, perdieron su potencial innovador.

**El enfoque de Joseph Schumpeter**

El economista Schumpeter otorga gran importancia a las innovaciones tecnológicas en el proceso económico. Distingue cinco tipos diferentes de innovaciones:

- introducción de un nuevo bien;
- introducción de un nuevo método de producción;



- apertura de un nuevo mercado;
- conquista de una nueva fuente de materias primas;
- creación de una nueva organización industrial.

El factor clave de las innovaciones no se explica sólo por el ansia de maximizar la ganancia de los empresarios sino por voluntad de conquista y éxito, por creatividad, etc. El punto clave de la teoría de Schumpeter es la relación de la innovación con los ciclos económicos. Para algunos autores esta relación es casual; para otros, depende de la ruptura de ciertas resistencias sociales que sólo se producen cuando ya se ha abierto una brecha.<sup>10</sup>

### El enfoque de las teorías evolucionistas

Para la aproximación evolucionista, el cambio tecnológico es un proceso de variación (emergencia de posibilidades tecnológicas) influido por contextos sociales, económicos, tecnológicos, científicos, políticos, etc., y por el proceso de selección (ambiente social y económico amplio). Estas teorías recientes explican los cambios tecnológicos como un proceso de ensayo y error, antes que un proceso de elección racional.

Richard Nelson y Sidney Winter, por ejemplo, rechazan los conceptos de racionalidad maximizadora y equilibrio y ofrecen una alternativa basada en procesos de búsqueda y selección, donde lo que se procura es la satisfacción, compatible con una amplia gama de pautas de comportamiento. Apelar a ella no ofrece una teoría de la conducta empresarial.

Estas teorías evolucionistas hablan de trayectorias tecnológicas y de la selección del ambiente. Las trayectorias tecnológicas constituyen paradigmas tecnológicos para un ambiente específico, es decir, un patrón para la solución de problemas tecnoeconómicos utilizando principios procedentes de las ciencias. Un paradigma tecnológico se caracteriza por un conjunto de ejemplares –un automóvil, un circuito integrado o un conjunto

de principios heurísticos. En este sentido, define las futuras oportunidades de innovación y algunos procedimientos para llevarlas a cabo, y dirige y concentra el esfuerzo innovador en un sentido y no en otro.

### El enfoque sociológico del cambio tecnológico

Los programas de estudio formulados por Trevor Pinch y Wiebe Bijker en 1984 desde el constructivismo social, denominados SCOT (*Social Construction of Technology*) y EPOR (*Empirical Programme of Relativism*) se fusionaron en el programa SCOST (*Social Construction of Science and Technology*) que, a diferencia de otros enfoques en la sociología de la tecnología, además de poner la solución de éxito como única posible, desarrolla modelos multidireccionales para explicar por qué unas variantes sobreviven y otras no. Se lleva a cabo teniendo en cuenta los problemas solucionados por cada variante y determinando para qué grupo social relevante éste era un problema. El proceso de selección de variantes tecnológicas, claramente social, tiene la metodología siguiente: estudia las controversias científicas o tecnológicas para determinar la variabilidad en la interpretación de datos de la ciencia, o la interpretación de las tecnologías y los diseños alternativos. Seguidamente analiza los mecanismos para reducir esta variabilidad y permanece o se impone uno de los diseños o interpretaciones. Finalmente, relaciona estos mecanismos con el contexto social (grupos sociales relevantes, intereses profesionales, de grupo, de clase, etc.).

### La teoría del Actor-red

Otro enfoque del cambio tecnológico fue desarrollado por Michael Callon con el nombre de “Actor-red” (*Actor Network Theory*). Callon plantea que los actores para los procesos de innovación tecnológica no son sólo científicos y tecnólogos, sino tam-

bién gestores y responsables de laboratorios de investigación, ingenieros de departamentos de ventas y marketing, dirigentes de empresas, etc. Una línea de investigación es entonces el producto de un proceso de negociación entre actores, cada uno de los cuales intenta enrolar a los otros en su propia definición del problema. Cuando se establece una definición dominante, se estabiliza la línea de investigación y se crea un nicho para científicos y tecnólogos. Este enfoque también coincide con Philip Vergragt y guarda relación con las teorías evolucionistas del cambio técnico. El ambiente, tal como lo perciben los actores, puede conducir a períodos críticos en los que se reabren las negociaciones sobre las diferentes alternativas de definición del problema. El ambiente puede estar constituido por regulaciones de gobiernos, necesidades de mercados y las estrategias de competidores, y puede conducir a la renegociación del fracaso de la línea de investigación o a cambios que directamente ocurran en la organización de la que depende el centro de investigaciones: cambios de personal, nuevas estrategias comerciales, etc. Ese enfoque no cae en el determinismo tecnológico (se realizan elecciones entre varias alternativas posibles) ni en el determinismo economicista (las posibilidades y las restricciones económicas son percibidas por los diferentes actores).

### El enfoque sistémico

Existe también un enfoque sistémico de la influencia de la sociedad sobre la tecnología. Para Thomas Hughes, el proceso tecnológico tiene varias fases: invención, desarrollo, innovación, transferencia, crecimiento, competición y consolidación; los sistemas tecnológicos adquieren *mo-*



mentum (estilo e ímpetu). Cuando un sistema tecnológico lo logra, parece manifestar una cierta autonomía que no es propiedad intrínseca del sistema tecnológico. Hughes explica esa cualidad de los sistemas maduros desde un punto de vista social, en un paralelismo con la inercia del movimiento: cuando un sistema tecnológico está desarrollado y bien establecido, muchos grupos e individuos tienen intereses y se comprometen con el mantenimiento y la perdurabilidad del sistema en cuestión.

En este enfoque sistémico, las tecnologías son analizadas como sistemas con componentes heterogéneos: organizaciones, artefactos legislativos, artefactos físicos, componentes científicos, recursos naturales, etc. Heterogéneo es también el conjunto de individuos involucrados en el desarrollo de sistemas tecnológicos. Durante la creación y el desarrollo, los inventores resuelven problemas críticos; mientras desarrollan innovación, competición y crecimiento, los gestores toman decisiones cruciales, y durante la consolidación, los financieros y consultores resuelven problemas asociados con el desarrollo e ímpetu del sistema (Hughes, en Bijker, Hughes y Pinch, 1987).

La característica más destacable de todos estos estudios es que han pasado de los tradicionales modelos unilineales a modelos multidireccionales. Anteriormente, los modelos de cambio técnico apelaban al incremento de la eficiencia técnica y económica o a cualquier otro criterio, pero el resultado de la exposición era siempre una historia lineal de éxito tecnológico. Los modelos multidireccionales, muestran que la evolución de una tecnología cualquiera podría haber sido diferente según la influencia de factores económicos, culturales o sociales.

Tradicionalmente, todos los estu-

dios sobre tecnología y sociedad se ocupaban sólo de los impactos sociales de la tecnología; actualmente se ocupan además de su desarrollo interno como un proceso en el que continuamente se realizan elecciones influidas por los diversos factores.

## Conclusiones

Las innovaciones tecnológicas son objeto de evaluaciones por parte de la sociedad civil, pero el imperativo del progreso se convierte en una muralla casi infranqueable para toda evaluación crítica. Las grandes catástrofes de los años 80 (Chernobyl, Three Miles, colisiones de aviones y buques petroleros, basureros nucleares, etc.) han puesto en crisis estas evaluaciones, y para los grupos sociales activos, las soluciones racionales de los

expertos no ofrecen garantías frente a los accidentes y catástrofes y al problema del desempleo.

Estos conflictos expusieron dos enfoques diferentes de estrategia política: el enfoque tecnocrático y el democrático. El discurso tecnocrático sostiene que la tecnología es compleja y especializada y que su cambio se produce en forma tan veloz que concierne sólo a los expertos. Pero el modelo de análisis multidireccional hace posible la intervención de diversos grupos sociales y la regulación de la tecnología no puede de ninguna manera reducirse a un mero debate sobre cuestiones técnicas: las decisiones que afectan el desarrollo tecnocientífico suponen siempre un debate político que implica una elección democrática de valores y una concepción del desarrollo de la sociedad. ■

## Bibliografía

- Cardwell, Donald. *Historia de la tecnología*. Alianza Universidad. Madrid. 1996.
- Díaz, Esther - Heler, Mario. *El conocimiento científico. Hacia una visión crítica de la ciencia*. Manuales Eudeba. 1989.
- Quintanilla, Miguel Ángel. *Tecnología: Un enfoque filosófico*. Eudeba. Colección Ciencia y Técnica. 1991.
- Saleño, Nicanor. *La aventura humana. Las revoluciones tecnológicas, los cambios sociales y de civilización*. Jorge Baudinio Ediciones. 1997.
- Sanmartín y otros. *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Anthropos. Editorial del Hombre. Barcelona. 1992.
- White. *Tecnología medieval y cambio social*. Paidós. Barcelona. 1990.

<sup>1</sup> Citado por Héctor Ciapuscio en *CIENCIA HOY* vol. 7 N° 38 (1997).

<sup>2</sup> Carlota Solé. *Modernización. Un análisis sociológico*. Península. Barcelona. 1976.

<sup>3</sup> Carlota Solé. *Síntesis*. Península. Barcelona. 1970.

<sup>4</sup> Comte, A. *System of positive policy*.

<sup>5</sup> Bell, Daniel. *Las contradicciones culturales del capitalismo*. Alianza. Madrid. 1977.

<sup>6</sup> Bell D. *Op. cit.*

<sup>7</sup> Bell D. *Advenimiento de la Sociedad Post Industrial*. Cit. por N. Saleño en *La aventura humana*

<sup>8</sup> Bijker, 1992 Cit. por José Luis Luján. *INVESCIT El estudio social de la tecnología*.

<sup>9</sup> Mackenzie, 1984; Elster, 1983.

<sup>10</sup> Elster, 1983, Vergara, 1989.