
EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN LAS CIENCIAS SOCIALES: EL ESTADO DE LA CUESTION

José Luis Luján y Luis Moreno
CSIC

1. INTRODUCCION

El objeto tradicional de los estudios sobre la tecnología ha sido el análisis de los impactos sociales. Hacia finales de la década de los sesenta las investigaciones centradas en los impactos entran en crisis, dando paso a un conjunto de nuevos enfoques en el estudio social de la tecnología. Esta renovación conceptual ha sido inducida, en buena parte, por la movilización de determinados grupos sociales que pretendían influir tanto en la dirección como en el ritmo del cambio tecnológico.

Los nuevos enfoques analíticos pasan a ocuparse, principalmente, de las pautas de generación de tecnologías. Se trata, pues, de suministrar información útil para redirigir socialmente el proceso tecnológico, estableciéndose una relación entre el nuevo clima social hacia la tecnología y la renovación conceptual de su estudio. En este contexto público y académico se desarrollan los programas de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que auspician la investigación de la dimensión social de la ciencia y la tecnología desde una perspectiva interdisciplinar en el ámbito de las ciencias sociales y las humanidades¹. Veamos, en

¹ En tiempos recientes ha aparecido un buen número de obras en castellano sobre las nuevas orientaciones en sociología de la ciencia. Véanse Lamo de Espinosa, González y Torres (1994); Olivé (1994); Solís (1994); Torres (1994); Iranzo, Blanco, González de la Fe, Torres y Cotillo,

primer lugar, el proceso histórico que ha conducido a este episodio fundamental para entender la representación social contemporánea de la ciencia y la tecnología.

Tras la II Guerra Mundial, en Estados Unidos se asumió que la ciencia y la tecnología podían servir igualmente para satisfacer las necesidades de la defensa nacional, del crecimiento económico y de la mejora de las condiciones de vida de los ciudadanos (Mukerji, 1993; Smith, 1992; Committee on Science, Engineering and Public Policy, 1993). Los administradores y los decisores políticos, los científicos y tecnólogos, los agentes económicos y una parte considerable de la opinión pública, no sólo norteamericana sino de los países de la Europa Occidental, asumían la siguiente tesis: si la ciencia y la tecnología habían contribuido decisivamente al triunfo de las tropas aliadas, también serían factores determinantes en la competencia económica internacional y en la lucha política entre los modelos capitalista y comunista.

Este punto de vista fue elaborado de un modo particular en el informe de Vannevar Bush *Science, the Endless Frontier* (1945). Según Bush, la superioridad tecnológica dependería del desarrollo de la llamada «ciencia básica»². Bush conseguía de este modo conciliar diversos intereses no siempre coincidentes: *a)* el empeño de la comunidad científica en aumentar su financiación y preservar su autonomía y autogestión; *b)* el interés de las corporaciones industriales en el desarrollo de investigaciones productivas financiadas con dinero público; *c)* las pretensiones militares de usufructuar corporativamente la investigación en general; *d)* el apoyo ciudadano sostenido a la inversión en ciencia, y *e)* el aprovechamiento por el poder político de los trabajos científicos para asesorarse y legitimar sus decisiones. En todo este entramado la tecnología aparecía sólo como eslabón entre desarrollo científico y progreso social.

Este equilibrio deviene precario a finales de los años sesenta y se desmorona a lo largo de los setenta. El contexto social, político y económico en el que se produce dicha fractura queda caracterizado, entre otros, por los siguientes factores:

1) La falta de vigencia del acuerdo «estable» que había regido las actuaciones de científicos, industriales, militares y políticos durante la II Guerra Mundial y la posguerra. Ello coincide con la promoción paulatina de «nuevos» científicos reacios al empleo de armas altamente devastadoras en guerras «locales», ajenas a objetivos «nobles» o democráticos, o simplemente «ilegítimas» (Corea, conflicto del Canal de Suez, Vietnam).

2) La necesidad de abrir nuevos sectores productivos que sostengan el crecimiento económico. En un contexto de creciente competencia económica

eds. (1995); y el número monográfico (14/15) de la revista *Política y Sociedad*. Sobre tecnología, véanse Sanmartín, Cutcliffe, Goldman y Medina, eds. (1992); y el número 1 de *Cuadernos de Sección (Sociedad, Ciencia y Tecnología)*. Una integración de las aportaciones sobre ciencia y sobre tecnología se encuentra en González, López y Luján (1996).

² Bush profesaba el «modelo lineal de innovación» (*vide infra*). Cretá, además, que los Estados Unidos deberían independizarse del desarrollo europeo de la ciencia básica (Mukerji, 1989).

internacional se auspicia la carrera en pos de «nuevas tecnologías». El simple apoyo a la investigación en ciencia básica deja de ser un elemento competitivo determinante. Se requieren nuevas estrategias de innovación tecnológica que creen y potencien nuevos mercados.

3) Una profunda reestructuración industrial condicionada por los cambios económicos y las nuevas demandas del mercado. La anterior fabricación de artículos de consumo en masa deja paso, en muchos casos, a una producción «posfordista» caracterizada por la proliferación de pequeñas empresas innovadoras, intensivas en capital y con reducida pero cualificada mano de obra.

4) Una mayor demanda ciudadana por el establecimiento de límites al tipo tradicional de crecimiento económico y por la mejora de la «calidad de vida». Se establece una progresiva preocupación por la «tecnologización» de los estilos de vida (trabajo, ocio y consumo). El entorno físico y el medio ambiente se convierten en elementos a priorizar frente al descontrolado «progreso» económico.

5) Un agotamiento, en suma, del modelo keynesiano de consenso social, al constatarse la incapacidad de mantener en los países más desarrollados el pleno empleo y la función redistributiva del Estado asistencial o del bienestar. El crecimiento económico deja de ser una condición suficiente para el progreso social.

En la figura 1 se ha representado el denominado «modelo tradicional de progreso». Los factores antes reseñados rompieron la «linealidad» de dicho patrón, cuestionando las conexiones entre los diferentes estadios de la secuencia. En este proceso, la tecnología misma aparece como objeto de debate político, económico, social y cultural para un conjunto de colectivos sociales, tanto críticos como complacientes con el *establishment* político y económico (Carpenter, 1985). A continuación se analizan brevemente cuatro casos ilustrativos.

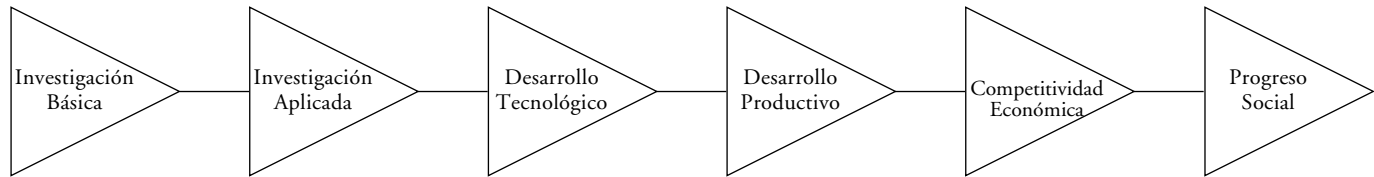


FIGURA 1

Modelo lineal del proceso de innovación

2. LA TECNOLOGÍA COMO PROBLEMA SOCIAL

a) *Tecnología alternativa*. El movimiento en pro de las tecnologías alternativas (adecuadas o apropiadas) es ilustrativo del tipo de nuevos intereses mostrado por una izquierda política en proceso de cambio³. Al examinar las propuestas concretas realizadas desde el «movimiento por una tecnología adecuada», Langdon Winner (1986) concluye que sus objetivos no eran tanto los de pugnar por el establecimiento de energías de fuentes renovables como los de generar esperanzas de renovación social. Se trataba, pues, de favorecer una tecnología adecuada para una sociedad alternativa. Ernst Friedrich Schumacher, autor del que podría considerarse el *best-seller* de la «tecnología adecuada», lo expresó de un modo que no dejaba lugar a dudas: si aquello que ha sido y es moldeado por la tecnología se manifiesta obsoleto o enfermizo, ¿no habría que analizar la naturaleza de la tecnología misma? (Schumacher, 1973). Durante los años setenta, los activos grupos alternativos del Occidente industrializado pretendían cambiar la tecnología porque consideraban que ése era un modo eficaz de cambiar la sociedad⁴. Para ellos, en suma, la tecnología no podía sus- traerse al debate político y social.

b) *Científicos y tecnólogos radicales*⁵. Ya durante los años cuarenta, y fruto de su difícil relación profesional con las instituciones militares, grupos de científicos críticos constituyeron en el Reino Unido y Estados Unidos la *Association of Scientific Workers*. Hacia finales de los sesenta y durante la década de los setenta, otros colectivos como la *British Society for Social Responsibility in Science*, *Scientists and Engineers for Social and Political Action* (posteriormente, *Science for the People*) o los *Public Interest Research Groups* desplegaron, igualmente, una gran actividad de índole contestataria⁶.

Tanto respecto a su orientación política general como en lo relativo a sus propuestas concretas, los colectivos de científicos y tecnólogos radicales consti- tuyen un conjunto heterogéneo, aun poseyendo ciertos rasgos comunes. Por lo general, se trata de grupos preocupados por el rol social de científicos y tecnó- logos. Sus focos de atención han variado considerablemente, ocupándose desde la implicación de los psicólogos en la publicidad subliminal hasta las activida- des científicas o tecnológicas con fines bélicos, pongamos por caso. Ante la

³ Una historia breve, aunque ilustrativa, de la tecnología alternativa se encuentra en Pursell (1993).

⁴ Generalmente, estos grupos defendían una serie de requisitos para el desarrollo de tecnolo- gías alternativas, entre los que cabe destacar: 1) que estuviese controlada localmente; 2) que implicase en su desarrollo a sus potenciales usuarios; 3) que fuese de unas proporciones y escala humanas; 4) que utilizase recursos naturales y humanos locales, y 5) que fuese ecológicamente sólida, de bajo coste y de naturaleza sostenible (Drengson, 1986).

⁵ El trabajo clásico de Rose y Rose (1976) ha sugerido el título de este epígrafe.

⁶ Muchos de estos grupos han continuado editando publicaciones sobre diversos aspectos sociales y políticos de la ciencia y la tecnología (ej., *Radical Science Journal*, *Science for the Peo- ple*). Cf., al respecto, Proctor (1991) y Webster (1991).

posición tradicional según la cual los problemas económicos y sociales de la humanidad se solucionan con más ciencia y más tecnología, estos grupos radicales han venido defendiendo la idea de que se requieren nuevas formas de ciencia y tecnología más acordes con las expectativas y los valores sociales más amplios y representativos.

c) *La gestión de la ciencia y la tecnología y los grupos de presión.* Durante mucho tiempo, las élites científicas de los países más desarrollados asumieron plenamente la gestión de la ciencia y la tecnología ejerciendo una poderosa influencia sobre sus gobiernos respectivos. El desarrollo científico y tecnológico gozó de una expansión sin apenas restricciones ni regulaciones (Mulkay, 1980). La puesta en vigor de grandes proyectos de investigación financiados con fondos públicos (ej., el «Proyecto Manhattan» durante la II Guerra Mundial), y la aparición de la *Big Science*, introdujeron en la actividad científica y tecnológica un componente organizativo y unos requisitos de gestión desconocidos hasta entonces. Progresivamente, las administraciones públicas fueron haciendo frente a esta nueva situación, asumiendo una mayor responsabilidad gestora y planificadora.

Si se analiza en su conjunto el desarrollo de las políticas públicas en ciencia y tecnología se constata un gradual incremento en el número de sectores sociales que han pretendido influir sobre su formulación en el curso de los últimos decenios: primero fueron los propios investigadores y tecnólogos, más tarde algunos economistas y especialistas en gestión programática y, finalmente, diversos grupos de presión (ambientalistas, consumidores, empresarios, sindicatos). Como ya hemos señalado, el consenso de posguerra respecto de la relación «ciencia, tecnología y sociedad» se rompe a finales de los años sesenta, y diferentes grupos sociales intentan influir sobre la formulación de políticas científicas.

d) *Evaluación de tecnologías*⁷. Conforme se van haciendo evidentes las implicaciones económicas y sociales de la ciencia, en general, y de la tecnología, en particular, se constata la necesidad de planificar políticas públicas sobre ciencia y tecnología, de evaluarlas y de realizar una actuación comprehensiva de valoración y prospectiva de las diversas opciones tecnológicas. En este contexto se institucionaliza, a principios de los años setenta, el enfoque conocido como «valoración de tecnologías» (*Technology Assessment*)⁸.

⁷ A lo largo de este trabajo utilizaremos alternativamente los términos «evaluación» o «valoración» de tecnologías. Aunque creemos que «valoración de tecnologías» es una versión más adecuada de la expresión inglesa *technology assessment*, somos conscientes de que la traducción usual, evaluación de tecnologías, está muy extendida en los ámbitos profesional y académico. En puridad, la valoración es una estimación de carácter previo a la implantación de un programa, mientras que la evaluación se ocupa primordialmente de analizar efectos y resultados.

⁸ Esta filosofía inicial de la evaluación de tecnologías mantiene su vigencia. Según Arie Rip y Henk van den Belt (1988), la finalidad de toda evaluación de tecnologías persigue dos objetivos:

Las autoridades estadounidenses promulgaron en 1969 la *National Environmental Policy Act* (NEPA) y, en 1972, el Congreso de los EE.UU. constituyó la *Office of Technology Assessment* (OTA)⁹. Entre las más importantes motivaciones para la creación de la OTA cabe señalar las siguientes: *a)* Proporcionar a las diferentes instituciones públicas una fuente de información técnica y «objetiva» sobre los temas relativos a la ciencia y la tecnología. *b)* Involucrar a científicos y tecnólogos en la solución de problemas sociales. *c)* Formular modos para una implantación social de la tecnología. *d)* Establecer prioridades en el diseño y desarrollo de políticas científico-tecnológicas.

Los cuatro casos sucintamente analizados sirven para ilustrar la mudanza que durante los años setenta se produjo en la comprensión pública de la relación entre tecnología y sociedad. Así, a la vista de la persistencia de conflictos y problemas sociales, los científicos y tecnólogos radicales expresaron reiteradamente la necesidad de encauzar el desarrollo tecnológico de acuerdo con unos valores políticos diferentes a los entonces vigentes en el Occidente desarrollado. En esta misma línea anti-*establishment*, los integrantes del movimiento en pro de la «tecnología adecuada» identificaron al conjunto de los productos tecnológicos de la época como el principal determinante de un modelo social y político con el que se mostraban abiertamente en desacuerdo. Por su parte, los más firmes defensores de la valoración y evaluación tecnológicas propusieron la potenciación de foros políticos, cuyos objetivos fundamentales fuesen institucionalizar el debate social y trasladar a los organismos responsables de la formulación de las políticas científicas y tecnológicas los puntos de vista de grupos de presión y agentes sociales.

Durante los años ochenta y noventa, y en paralelo al creciente interés social y político por los temas relacionados con la tecnología, se ha intensificado en el ámbito académico un proceso de renovación conceptual de los estudios sobre la tecnología. Numerosos programas disciplinares e interdisciplinares han centrado su interés en el estudio de la dimensión social de la ciencia y la tecnología atendiendo a cómo lo social (en sentido amplio) influye sobre la ciencia y la tecnología, y cómo los productos de las actividades científica y tecnológica afectan a lo social. Se trata de una perspectiva nueva que intenta construir, de algún modo, un campo de investigación justo en el abismo que se había establecido entre las culturas científico-tecnológica y social-humanística.

Para referirse a los estudios e investigaciones sociales en torno a la ciencia y la tecnología suele utilizarse el acrónimo CTS, que se corresponde con su

a) reducir los costes humanos del aprendizaje por ensayo-y-error que caracteriza la puesta en práctica social de las tecnologías, y *b)* anticipar los futuros desarrollos y sus impactos, acomodando tales resultados a los procesos de decisión e implantación.

⁹ La creación de la OTA vino precedida de tres importantes estudios realizados por el *Legislative Reference Service*, la *National Academy of Engineering* y la *National Academy of Sciences*. Sobre este tema, consúltense los trabajos de Porter *et al.* (1980), Carpenter (1983) y Dickson (1984).

homónimo inglés *STS* (Ziman, 1984; Webster, 1991). Nótese que si en lo referente a los movimientos y protagonistas sociales es posible hablar de dos grandes bloques diferenciados (uno antisistema y otro reformista), también podemos trasladar esta distinción al ámbito de la investigación y la docencia¹⁰. Hay una doble tradición CTS que se expresa en el significado dual del acrónimo: «Ciencia, Tecnología y Sociedad» (*Science, Technology and Society*) y «Estudios sobre Ciencia y Tecnología» (*Science and Technology Studies*) (Fuller y Raman, 1991). En general, puede aseverarse que en los programas de «Ciencia, Tecnología y Sociedad» las humanidades (historia, filosofía, arte, religión) constituyen la principal herramienta para la interpretación de la ciencia y la tecnología, mientras que en los programas de «Estudios sobre Ciencia y Tecnología» son las ciencias sociales (sociología, economía, ciencia política) las que cumplen una función análoga. En relación con los protagonistas sociales de los que venimos hablando, el primer tipo de programas recoge la herencia contracultural y anti-*establishment*, y el segundo el legado de carácter reformista. CTS posee, consiguientemente, diferentes orígenes tanto en el plano académico y disciplinar como en el político y social (véase figura 2). Pero frente a la imagen tradicional de la relación tecnología/sociedad, las diferentes versiones u orientaciones de CTS mantienen en nuestros días algunos puntos comunes. Así, y desde una perspectiva conflictivista, cabe afirmar que «en una sociedad no existen más problemas que los que uno o varios de sus componentes imponen como tales a sus competidores enemigos» (Giner, 1993). Ciertamente, a finales de la década de los años sesenta un conjunto de movimientos y grupos sociales consigue que la tecnología aparezca como problema, tanto público como académico.

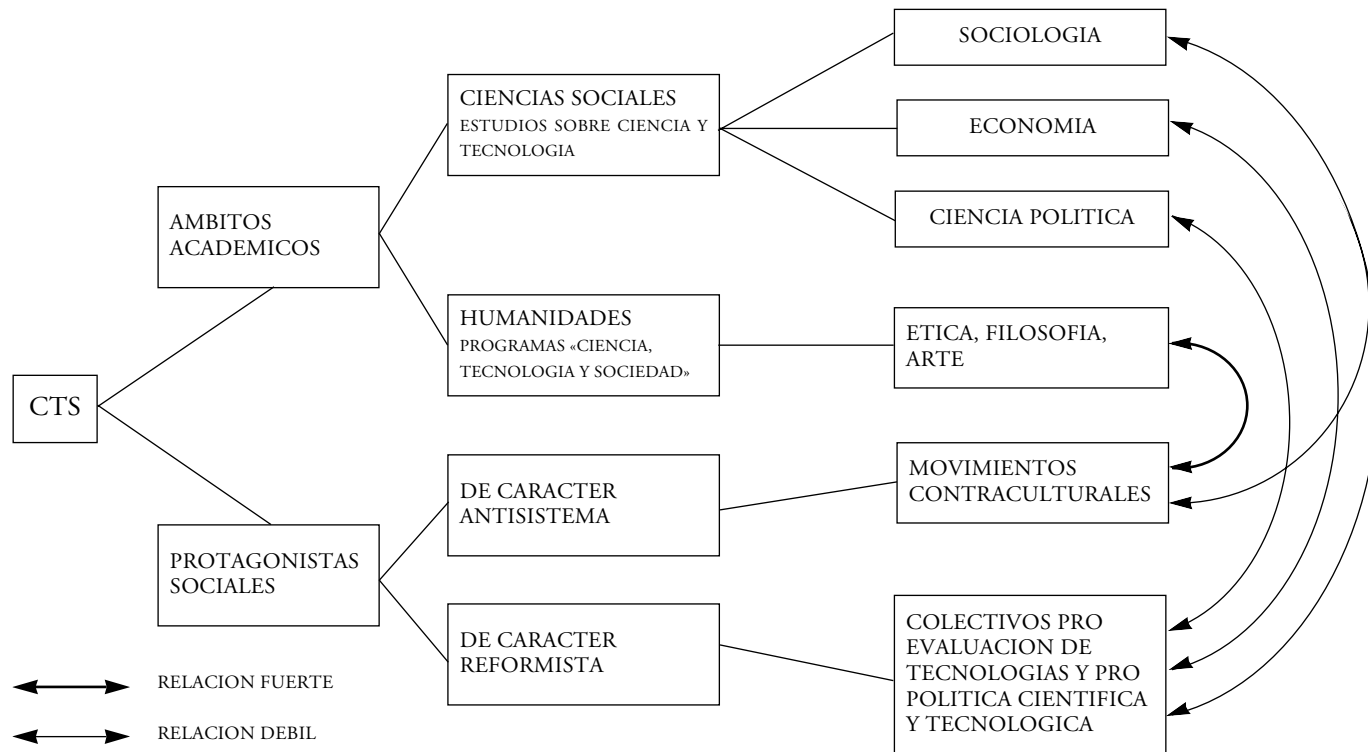
En el presente trabajo nos centraremos en el análisis de la renovación conceptual del estudio de la tecnología relativo al ámbito de las ciencias sociales (y, por lo tanto, en una de las dos grandes tradiciones CTS). Para cumplir con esta finalidad es oportuno comenzar examinando, si bien someramente, los enfoques tradicionales en el estudio social de la tecnología.

¹⁰ A este respecto, cuando Eijkelhoff y Kortland (1988) analizan la historia de CTS en Europa señalan lo siguiente:

«Por esa misma época [principios de los setenta], diferentes grupos de presión comenzaron a exigir que se prestase atención a la tecnología en los *curricula* existentes. Algunos grupos justificaron ese cambio aduciendo que haría que los estudiantes fuesen más conscientes de la *importancia que la ciencia y la tecnología tienen para mantener una economía sólida*, contrarrestando así la imagen negativa creciente de la industria —debida a sus impactos negativos sobre el ambiente—. Otros grupos invocaron estos impactos para justificar la necesidad de que se prestase atención a *tecnologías alternativas y a una forma de vida ecológica precisa para sobrevivir a largo plazo*» (nuestro énfasis, en cursiva).

FIGURA 2

Interpretaciones de CTS: Protagonistas sociales y Ambitos académicos



3. EL ESTUDIO SOCIAL DE LA TECNOLOGIA: ENFOQUES TRADICIONALES

Los enfoques de la sociología, la economía de la tecnología, la evaluación de tecnologías (tal como fue formulada en un primer momento por la OTA estadounidense), poseen un número considerable de puntos en común. Debe señalarse que aunque los estudios socioeconómicos de la tecnología se han ocupado de una gran diversidad de aspectos y problemas, es posible hablar de un enfoque general que subyace a todos ellos, tanto cuando se desarrolla una labor descriptiva como cuando el cometido es de carácter prescriptivo.

3.1. *Enfoques descriptivos*

Desde estos enfoques de corte tradicional, la tecnología se concibe como una empresa autónoma que produce efectos o impactos en la sociedad¹¹. Una de las labores de sociólogos y economistas es precisamente su observación, medición e interpretación. Una idea generalmente asumida por la mayoría de los estudios económicos y sociológicos de la tecnología es que la sociedad se relaciona con los productos tecnológicos, pero no con el proceso de generación de tecnologías, algo que en última instancia obedece a la dinámica interna del conocimiento humano. Según esta línea de pensamiento, la sociedad, en tanto que conjunto de usuarios de artefactos, sólo puede aceptar o rechazar los productos tecnológicos en función de sus efectos o impactos. Este aspecto ha constituido tradicionalmente el foco de atención de los científicos sociales respecto del cambio tecnológico.

La economía neoclásica parte de premisas como la racionalidad del consumidor, la maximización de la ganancia como norma de conducta empresarial, el equilibrio, el mercado libre y la disponibilidad de información por parte de los agentes económicos. Desde este entramado conceptual, el cambio técnico es una consecuencia de la conducta maximizadora de los empresarios. Estos seleccionan aquellas tecnologías cuyo «impacto» socioeconómico conlleva una reducción del coste por unidad de producción (rebajando el número de trabajadores o empleando materias primas más baratas, por ejemplo). La perspectiva neoclásica da cuenta de los procesos de difusión de la innovación (o cambio técnico), pero dice poco respecto a la generación de la innovación. Aunque la innovación puede afectar al sistema económico, éste no tiene la posibilidad de influir sobre aquélla (Winter, 1993).

Desde el marxismo, el cambio técnico se hace depender de la selección de tecnologías que el empresario realiza sobre la base de sus impactos socioeconómicos. Pero no se trata tanto de un caso de maximización de la ganancia como

¹¹ Se partía, por tanto, de la aceptación más o menos explícita del determinismo tecnológico (*vide infra*).

de una preferencia por parte de los empresarios por aquellas tecnologías que les confieren una posición de ventaja en el proceso de lucha de clases (se trata de un criterio relativo al poder social en sentido amplio y a largo plazo) (Rosenberg, 1982; Elster, 1983; Mackenzie, 1984; Misa, 1994)¹².

3.2. *Enfoques prescriptivos*¹³

La prioridad de los impactos aparece también en los primeros trabajos sobre valoración de tecnologías, aunque hay que tener en cuenta que este tipo de estudios surge precisamente cuando se está produciendo una inflexión en la imagen tradicional de la tecnología¹⁴. Según Jones (1971), el procedimiento para realizar una evaluación de tecnologías consiste en las siguientes fases: (i) Definir la labor de evaluación. (ii) Describir los aspectos tecnológicos relevantes, incluyendo una previsión de los posibles desarrollos futuros. (iii) Estudiar los factores no tecnológicos que probablemente influirán en el desarrollo de la tecnología. (iv) Identificar las áreas de impacto (económicas, políticas, institucionales, sociales, tecnológicas, legales y ambientales). (v) Llevar a cabo un análisis de efectos o impactos de carácter preliminar. (vi) Identificar posibles alternativas de acción. (vii) Llevar a cabo un análisis completo del impacto [volver sobre el paso (v) a la luz de los resultados del paso (vi)].

Como puede observarse, excepto en el paso (iii) no se hace prácticamente referencia al proceso de desarrollo de la tecnología, mientras que se enfatiza todo lo relativo a los impactos de los productos tecnológicos¹⁵. En relación con la orientación «clásica» en la valoración de los efectos tecnológicos, hay que señalar el uso habitual por parte de los evaluadores del análisis de costes y beneficios (Smits, 1990). Esta orientación hacia los impactos simplificaba muchísimo la labor valorativa. Emilio Q. Daddario, primer director de la OTA, definió la valoración de tecnologías como una forma de investigación política para proporcionar conocimiento sobre la acción pública, un método de análisis para valorar sistemáticamente la naturaleza, el significado, el estatus y los méritos de un programa tecnológico, y un sistema para plantear las preguntas pertinentes y obtener las respuestas correctas y oportunas. Posteriormente, Joseph Coates afirmarí que esta propuesta no tendría mucho éxito debido a su inclinación por «buscar» respuestas correctas. En la labor de valoración el énfasis debería ponerse, más bien, en el análisis de las consecuencias alternativas (Carpenter, 1977).

La misma orientación general que acabamos de describir respecto a la valo-

¹² Dentro de esta orientación marxista, véase también Noble (1977).

¹³ Utilizamos el término «prescriptivo» con el propósito de enfatizar el carácter valorativo de este tipo de investigaciones.

¹⁴ Para una crítica inicial al primer modelo de valoración de tecnologías, véanse Wynne (1975) y los trabajos de Carpenter que aparecen en la bibliografía.

¹⁵ Cf. Coates (1976) y Porter, Rossini y Carpenter (1980).

ración de tecnologías se aplicó también en los primeros estudios sobre políticas científicas y tecnológicas. Según Gerd Schienstock (1994), tanto la práctica de la política científico-tecnológica como sus análisis han venido haciendo uso de un concepto restringido de tecnología asociado a máquinas o a mejoras en el ciclo productivo. En este sentido, el progreso aparece definido en función de los impactos tecnológicos sobre la competitividad económica. Se alude a un «modelo de ósmosis» según el cual la investigación básica condiciona de manera decisiva las oportunidades para una innovación tecnológica que, a su vez, determina el incremento de bienestar humano¹⁶. Según este orden de cosas, los poderes públicos deben tomar la iniciativa en la implantación de políticas científico-tecnológicas, ya que la economía de mercado no asegura por sí sola la potenciación de investigación básica.

En línea con lo anterior, tanto la investigación aplicada como la innovación industrial serían deudoras de una promoción de la investigación de carácter más general. Dado que la economía de mercado no sería capaz de regular de forma óptima los recursos y asegurar, así, un continuo desarrollo tecnológico del que dependería el crecimiento económico, el Estado asumiría, en última instancia, el liderazgo en la financiación de la investigación básica.

En el conjunto de los estudios sociales de corte tradicional subyace una idea general común respecto a la relación entre ciencia, tecnología, industria y sociedad: el progreso lineal¹⁷ de causalidad unidireccional¹⁸. La figura 1 ilustra gráficamente dicha secuencia.

Desde un punto de vista descriptivo se ha venido considerando que la relación unívoca entre tecnología y sociedad era la que conformaba los efectos o impactos sociales de la tecnología. Desde un punto de vista valorativo se aducía que ésta era la única relación que podía conducir al progreso social. En suma, y parafraseando el *dictum* del despotismo ilustrado, se establecía que la tecnología era buena para la sociedad si ésta no interfería en el desarrollo de aquélla.

4. NUEVOS ENFOQUES DESCRIPTIVOS: EVOLUCIONISTAS Y CONSTRUCTIVISTAS

El decenio de los años ochenta ha sido testigo de una profunda reformulación teórica que ha tenido como principales aportaciones los enfoques denominados evolucionistas, en el terreno de la economía, y el constructivismo social, en el campo sociológico (Bijker, 1993; Luján, 1992).

¹⁶ Se llama «modelo de ósmosis» porque parte del supuesto según el cual hay una cadena causal (la representada en la figura 1), que es posible activar financiando el primer eslabón (la investigación básica).

¹⁷ Creemos que esta calificación es igualmente aplicable a ciertos autores «evolucionistas»; por ejemplo, Ogburn y Usher.

¹⁸ Véase Pinch y Bijker (1984). También, Bury (1920), Basalla (1988) y Staudenmaier (1985).

4.1. *Economía evolucionista del cambio técnico*

Más que como un proceso de elección racional, los economistas evolucionistas conciben el cambio técnico como un proceso de ensayo y error (variación y selección). Richard Nelson y Sidney Winter, primeros teóricos de esta escuela de pensamiento, rechazan los conceptos de «racionalidad maximizadora» y de «equilibrio»¹⁹, y proponen como alternativas los procesos de «búsqueda» (como forma de variación) y «selección». La meta no queda, pues, predeterminada por la maximización, sino por un tipo de satisfacción compatible con una amplia gama de patrones de comportamiento empresarial. De esta manera, las empresas que puedan hallar mejores técnicas o tecnologías y que utilicen mejores métodos de «búsqueda» estarán en condiciones más apropiadas de competitividad y expansión. Al respecto, Nelson y Winter hablan tanto de «trayectorias tecnológicas» como del «ambiente de selección» (*selection environment*). Los economistas de orientación neoclásica, como ya hemos señalado, se habían centrado en la difusión de tecnologías. Los economistas evolucionistas reclaman el papel protagonista de la innovación (variación), por lo que a veces también se les conoce como economistas neoschumpeterianos²⁰.

Giovanni Dosi ha introducido la noción de «paradigma tecnológico»²¹. Una de las realizaciones de un paradigma es una trayectoria tecnológica, condicionada por un ambiente específico. Un paradigma tecnológico define, a su vez, las necesidades que deben ser satisfechas, los principios científicos y las técnicas materiales que han de ser utilizados. En otros términos, un paradigma es un patrón para la solución de problemas tecnoeconómicos utilizando conocimiento científico (Dosi, 1982).

Un paradigma tecnológico se caracteriza por un conjunto de «ejemplares»²² (un automóvil o un circuito integrado, pongamos por caso, y sus particulares propiedades tecnoeconómicas) y unos principios heurísticos: ¿a dónde podemos llegar desde donde nos encontramos?; ¿qué podemos buscar?; ¿qué conocimiento nos puede ser de utilidad? En este sentido, un paradigma define las futuras oportunidades de innovación y algunos de los procedimientos básicos para llevarlas a cabo, esto es, orientan y concentran el esfuerzo innovador en una dirección concreta. Estos mismos conceptos de «paradigma» y «trayectoria» han sido utilizados por un buen número de autores con diferentes variaciones

¹⁹ Característicos del enfoque neoclásico, *vide supra*.

²⁰ Sin duda, Joseph Schumpeter ha sido uno de los teóricos que mayor importancia ha otorgado a las innovaciones en el proceso económico. Para este autor, el factor clave en la introducción de innovaciones es la figura del empresario, cuya conducta no se explica sólo por un ansia de maximizar la ganancia. El empresario innovador es movido por la «voluntad de conquistar», por la «búsqueda del éxito» y la creatividad. Su conducta se traduce en ganancias monetarias, pero su motivación no es la búsqueda de éstas. El innovador no realiza una elección entre las posibilidades existentes, sino que amplía el número de éstas (Rosenberg, 1982; Elster, 1983).

²¹ Hay que enfatizar la importancia que han tenido los conceptos kuhnianos en la renovación de los estudios sociales de la tecnología.

²² Sobre los conceptos de paradigma y ejemplares, cf. Kuhn (1962, 1974) y Luján (1993).

terminológicas: indicadores tecnológicos (*technological guideposts*) o instrumentos focalizadores (*focusing devices*). Christopher Freeman y Carlota Pérez hacen uso de un concepto más amplio que el de paradigma tecnológico y hablan de paradigmas tecnoeconómicos para referirse tanto a propiedades comunes o complementarias como a interrelaciones entre distintos paradigmas tecnológicos²³.

Al utilizar estos conceptos, los economistas evolucionistas pretenden significar que las «mutaciones» tecnológicas ofertadas en el mercado no son aleatorias. Además, no sólo la selección sistemática del mercado provee una dirección al proceso de cambio tecnológico. Se trata, más bien, de un proceso de interacción entre aspectos cognitivos y aspectos socioeconómicos²⁴.

En un principio, los economistas evolucionistas asumían como independientes los procesos de generación y difusión de tecnologías. Uno de los aspectos más interesantes de los recientes trabajos en este campo es precisamente el análisis de la interacción entre ambos procesos. En la difusión, las innovaciones tienen que ser adaptadas a las distintas condiciones particulares de uso. Esto es, la innovación continúa durante la difusión (Bell y Pavitt, 1993). A su vez, la innovación puede caracterizarse en parte como difusión en tanto que se genera a partir de conocimiento productivo preexistente (Winter, 1993). En otro nivel puede hablarse de coevolución entre, por ejemplo, tecnología e instituciones (Nelson, 1993), o entre tecnologías y estrategias empresariales (Malerba y Orsenigo, 1993).

4.2. Sociología constructivista de la tecnología

Respecto del constructivismo social hay que comenzar señalando que se trata de un enfoque general que es compartido por una serie de programas de investigación. Aunque todos ellos resaltan la importancia de los factores sociales en la conformación de las tecnologías, mantienen, sin embargo, importantes diferencias.

El programa SCOST (*Social Construction of Science and Technology*) es el resultado de la fusión del EPOR (*Empirical Programme of Relativism*) y el SCOT (*Social Construction of Technology*). EPOR es un programa dentro del campo de la sociología del conocimiento científico²⁵, la cual, más que una dis-

²³ Véanse, por ejemplo, sus contribuciones en Dosi *et al.* (1988).

²⁴ La combinación de la lógica explicativa evolucionista con conceptos kuhnianos, tales como el de paradigma, es ininterpretable en términos neodarwinistas estrictos. En este sentido, el modelo Nelson-Winter-Dosi es heterodoxamente evolucionista, si bien coherente con enfoques como la teoría de las constricciones endógenas o de los equilibrios interrumpidos. De hecho, Gould y Eldredge, principales defensores de estas aproximaciones en biología evolutiva, consideran que el modelo de Kuhn introduce los equilibrios interrumpidos para explicar el cambio en ciencia (Gould y Eldredge, 1993). Sobre la discontinuidad en la evolución de la tecnología, véanse también Piore y Sabel (1984) y Mokyr (1990).

²⁵ Sobre un análisis del «estado de la cuestión» de la sociología del conocimiento científico, véase el número monográfico de la *Revista Internacional de Sociología* (núm. 4, 1993), coordinado por Teresa González de la Fe.

ciplina, es una orientación disciplinar en el seno de los estudios sociales sobre la ciencia, y cuya pretensión es dilucidar la estructura del conocimiento científico desde una óptica social (Collins, 1983). SCOT es, por su parte, un programa de la sociología de la tecnología en el que el proceso de desarrollo tecnológico se concibe como un producto de la interacción entre variación y selección. Contrariamente a otros enfoques de la sociología de la tecnología, la configuración de una tecnología implantada con éxito no se considera como la única posible, y por lo tanto, este éxito es el *explanandum*, no el *explanans* (Pinch y Bijker, 1984). Consiguientemente, mediante la construcción de modelos multidireccionales se trata de explicar por qué unas variantes sobreviven y otras perecen. Ello se lleva a cabo teniendo en cuenta cuáles son los problemas que cada variante persigue solventar y, posteriormente, determinando los grupos afectados (grupos sociales relevantes). El proceso de selección de variantes tecnológicas aparece así como un proceso marcadamente social.

En la metodología de SCOST, tal y como ha sido formulada por Trevor Pinch y Wiebe Bijker (1984), se estudian, en primer lugar, las controversias científicas o tecnológicas para determinar la variabilidad en la interpretación de datos (en el caso de la ciencia), o en la interpretación de las aplicaciones o de los diseños tecnológicos alternativos (en el caso de las tecnologías). Seguidamente, se analizan los mecanismos por los que dicha variabilidad se reduce y por qué permanecen o se imponen determinados diseños o interpretaciones (mecanismos de clausura de la controversia). Finalmente, se relacionan estos mecanismos de clausura con el contexto social (grupos sociales relevantes, intereses profesionales, intereses económicos de clase, intereses sociales de clase, intereses estatales, intereses burocráticos u organizacionales)²⁶.

El excesivo énfasis de los impulsores de SCOST en los significados atribuidos por los grupos sociales relevantes a los artefactos les lleva a mantener una postura ciertamente radicalizada. La materialidad de la tecnología se difumina hasta un grado en el que distintos significados (o definiciones) implican la existencia de diferentes artefactos²⁷. En este sentido, algunos de los investigadores que trabajan en la órbita de SCOST parecen proporcionar una versión sociológica del aforismo de Berkeley *esse est percipi* (ser es ser percibido) (Van den Belt y Rip, 1987).

Michel Callon ha elaborado otro enfoque constructivista dentro del campo de la sociología de la tecnología conocido como la teoría del «actor reticular» (*actor-network theory*). Se trata de un enfoque menos radicalizado, en princi-

²⁶ Cf. Law (1987). Pueden encontrarse un buen número de estudios de casos en MacKenzie y Wajcman (1985), Bijker, Hughes y Pinch (1987), Bijker y Law (1992) y Jasanoff *et al.* (1993). Hard (1993) ha propuesto complementar el constructivismo social con enfoques como el interaccionismo simbólico, el estudio de la lucha de clases y la sociología conflictivista.

²⁷ Desde este punto de vista, y tomando el caso de la «bicicleta», ésta no existe como artefacto, sino como expresión material de las percepciones de los grupos sociales. Para unos, es la plasmación de sus deseos por usar un medio de transporte; para otros, un modo de vanagloriarse o de mostrar un estilo de vida «sana», por poner algunos ejemplos. Véase Pinch y Bijker (1984).

pio, que el de SCOST y en el que la explicación social del cambio tecnológico no implica la desmaterialización de los artefactos.

Tanto los desarrollos científicos como los tecnológicos pueden ser analizados en términos de luchas entre diferentes actores por imponer su definición del problema a resolver. Michel Callon y Bruno Latour hablan tanto de actores humanos como de actores no humanos (baterías, chips o cualquier otro componente tecnológico u objeto físico). Los actores humanos tienen, por consiguiente, que atender al comportamiento tanto de otros actores humanos como de actores no humanos (Latour, 1987; Callon, 1986, 1987).

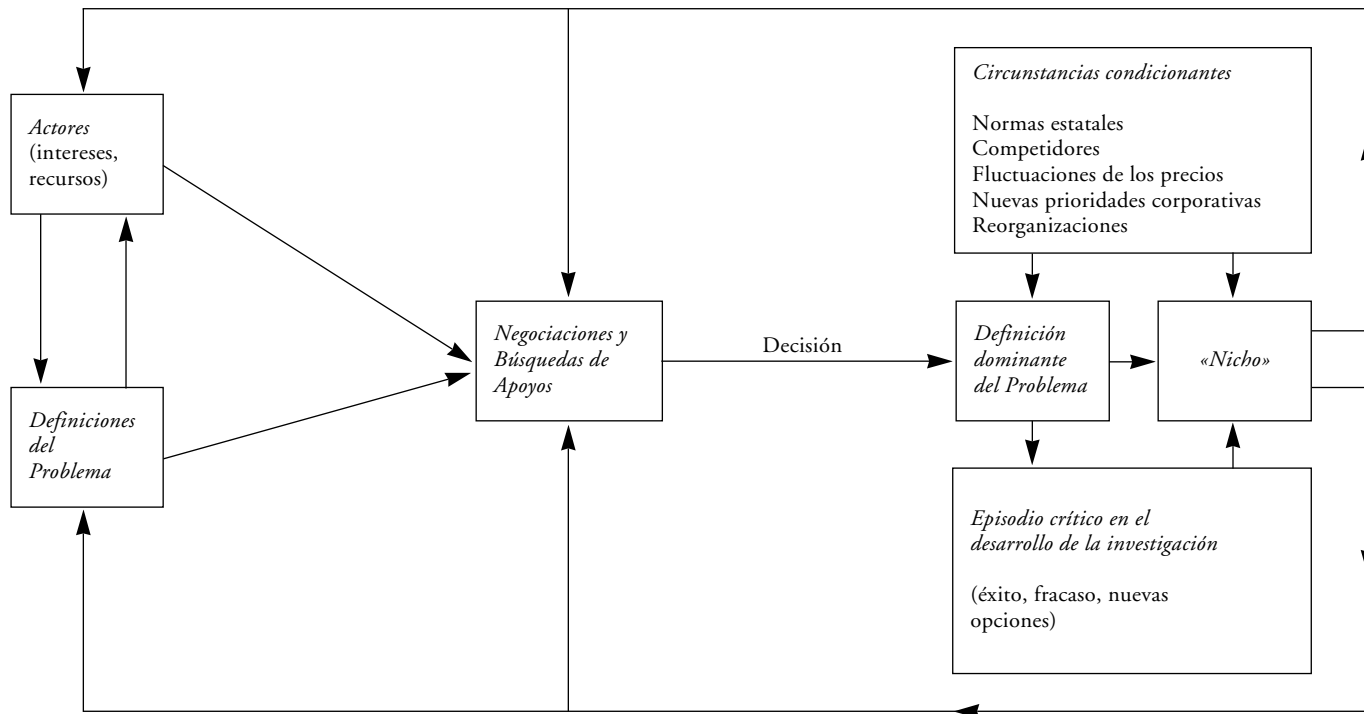
Algunos de los aspectos de la aproximación de Callon han sido retomados por Philip Vergragt (1988), para quien las elecciones entre las diferentes opciones de Investigación y Desarrollo (I+D) reflejan intereses y relaciones de poder entre los diferentes actores involucrados en el proceso tecnológico. De acuerdo a ello, una línea de investigación no deja de ser una sucesión de decisiones respecto a ese conjunto de opciones. Entre los diversos momentos en que se toman decisiones sobre las distintas posibilidades planteadas hay períodos de continuidad en los que los fines de la investigación y las resoluciones de los problemas permanecen inalterados, y durante los cuales los científicos y tecnólogos trabajan para incrementar su conocimiento y resolver las anomalías relacionadas con la definición dominante del problema. Como resultado de una decisión entre alternativas se crea un «nicho» en el que los científicos y tecnólogos trabajan de acuerdo con las reglas, los procedimientos y los estándares científicos. El concepto de nicho es similar al de «ciencia normal» (kuhniiana), pero incluye, además de las resoluciones de los «rompecabezas» (*puzzles*), las posibles aplicaciones, la percepción de los mercados potenciales y las estrategias empresariales y corporativas. Los actores no son, por tanto, sólo los científicos y los tecnólogos, sino también los gestores y los responsables de los laboratorios de investigación, los ingenieros, los departamentos de ventas y mercadotecnia (*marketing*) y los dirigentes de las empresas, por citar algunos de ellos. Una línea de investigación es, pues, el resultado de un proceso de negociación entre actores, cada uno de los cuales intenta enrolar o incorporar a sus tesis a otros actores. Cuando se establece una definición dominante del problema se estabiliza la línea de investigación y se crea un «nicho» de científicos y tecnólogos (véase figura 3).

El enfoque de Vergragt guarda cierta relación con las teorías evolucionistas del cambio técnico. El ambiente externo a la actividad científica y tecnológica, tal como es percibido por los actores, puede provocar momentos de tensión y revisión en los que se reabran las negociaciones sobre las diferentes alternativas de definición del problema. Dicho elemento circunstancial o exógeno a la actividad científico-técnica queda configurado por las regulaciones gubernamentales, las necesidades de los mercados o por las estrategias de los competidores, por citar algunas variables²⁸. La renegociación también puede quedar sujeta al

²⁸ Véase también Irwin y Vergragt (1989) sobre el tema de la regulación como acicate para la innovación.

FIGURA 3

Marco conceptual del proceso industrial de I+D



NOTA: Adaptado de Vergragt (1988).

fracaso (percibido) de la línea de investigación o a los cambios corporativos efectuados en el seno de la organización de la que dependa el centro de investigación: cambios de personal directivo, reformulaciones de las estrategias comerciales, desviaciones de recursos presupuestarios o reducciones en la plantilla investigadora. Según el propio Vergragt, su enfoque no cae en el determinismo tecnológico (sólo se realizan elecciones entre las alternativas posibles y disponibles) ni en el determinismo economicista (las posibilidades y las restricciones económicas son percibidas, asumidas y negociadas por cada uno de los diferentes actores intervinientes en el desarrollo tecnológico).

La orientación general del trabajo de Vergragt (así como el de otros autores neerlandeses) puede clasificarse como quasi-evolucionista (Van den Belt y Rip, 1987; Schot, 1992; Van Lente, 1993). Las características principales de este enfoque son las siguientes: (i) la práctica de la ciencia y la tecnología consiste en procesos de búsqueda guiados por principios heurísticos que prometen la consecución de un objetivo, aunque no la garantizan; (ii) la variación y la selección son procesos independientes pero íntimamente relacionados (la variación no es aleatoria); y (iii) el cambio tecnológico se define a partir de tres conceptos: las «trayectorias» (una secuencia de productos con funciones similares), los «paradigmas» (un conjunto de expectativas y principios heurísticos relacionados con un ejemplar concreto) y los «nexos institucionales» (una unión estable entre los agentes que proporcionan variaciones y el ambiente de selección) (Van Lente, 1993).

Una línea de trabajo con bastantes puntos en común con la teoría del actor reticular y con la orientación quasi-evolucionista se ha desarrollado dentro del campo de la historia social de la tecnología (Law, 1987)²⁹. Nos estamos refiriendo, más concretamente, al estudio de los sistemas sociotécnicos. Thomas P. Hughes, exponente más destacado de esta orientación metodológica, divide el proceso tecnológico en varias fases: invención, desarrollo, innovación, transferencia, crecimiento, competición y consolidación. Las tecnologías son analizadas como sistemas con componentes heterogéneos, al igual que heterogéneo es considerado el conjunto de individuos humanos implicados en el desarrollo de los sistemas tecnológicos. Con el tiempo, los sistemas tecnológicos adquieren un estilo y un ímpetu (*momentum*). Cuando un sistema tecnológico llega a tener ímpetu parece manifestar una cierta autonomía, pero no se trata de una propiedad intrínseca: es una cualidad que se explica desde un punto de vista social. En el mantenimiento y perdurabilidad de un sistema bien establecido están comprometidos los intereses de muchos grupos e individuos (Hughes, 1987 y 1994).

Al estudiar los sistemas sociotécnicos, la interrelación entre factores sociales y tecnológicos surge por doquier. Hacer que una tecnología funcione no sólo depende de los componentes físicos, sino también de la incorporación de

²⁹ Sobre la evolución de la historia de la tecnología, véanse Basalla (1988) y Staudenmaier (1985, 1990).

innovaciones sociales. Por otra parte, los distintos intereses sociales, políticos y económicos influyen en el desarrollo de la tecnología, pero las relaciones sociales están igualmente estructuradas y definidas, aun parcialmente, por las propias tecnologías.

4.3. *Tecnología y sociedad: el estudio de un proceso coevolutivo*

El sucinto repaso anterior es ilustrativo de la renovación analítica en los estudios sociales de la tecnología. A resultas de la misma es observable una cierta aproximación entre las escuelas evolucionista y constructivista, si bien ambas variantes descriptivas mantienen tanto similitudes como diferencias. Común a ambas es la consideración de lo social (aspectos económicos, políticos, culturales) como elemento decisivo en la aparición, el desarrollo y la consolidación de las tecnologías. Así, la evolución de las tecnologías es descrita como el resultado de dos procesos condicionados socialmente: uno de variación y otro de selección. La principal diferencia entre ellas es que, mientras los evolucionistas tienden a distinguir entre los procesos de variación y selección, los constructivistas enfatizan la conexión entre ambos factores (Schot, 1992)³⁰. Examinemos con más detenimiento este último punto.

El enfoque de Pinch y Bijker diluye la distinción entre variación y selección, puesto que los artefactos se reducen a las percepciones que de ellos tienen los grupos sociales relevantes. Desde esta aproximación, la tecnología pierde su materialidad y deja de tener sentido la distinción entre factores tecnológicos y factores contextuales. Los trabajos primigenios de los economistas evolucionistas acentuaban la materialidad de la tecnología y concedían cierto grado de autonomía al desarrollo tecnológico al introducir conceptos como el de trayectoria o paradigma tecnológico³¹. Los defensores de la teoría del actor reticular (*actor-network theory*), de la orientación cuasi-evolucionista y del estudio de los sistemas sociotécnicos se sitúan en un punto intermedio entre las dos posiciones anteriores al centrar sus análisis

³⁰ Véase la sociologización de las propuestas de los economistas evolucionistas realizada por Van den Belt y Rip (1987) y Rip y Van den Belt (1988). Cf., asimismo, Bijker (1993).

³¹ Una interpretación posible de este hecho nos retrotrae al análisis del papel jugado por los conceptos kuhnianos en los estudios CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). El trabajo de Kuhn puede entenderse como una explicación sociocognitiva del cambio científico. La llamada nueva filosofía de la ciencia y una parte de la sociología de la ciencia intentan ofrecer una versión estrictamente cognitiva de los conceptos kuhnianos, mientras que la nueva sociología del conocimiento científico lleva a cabo una interpretación estrictamente sociológica de estos mismos conceptos (Pinch, 1982; Luján, 1993). La obra de sociólogos del conocimiento como Collins y Pinch suministra a la nueva sociología de la tecnología la interpretación social del modelo kuhniano de cambio. Los economistas del cambio tecnológico, por su parte, recogen la interpretación cognitiva de la obra de Kuhn, probablemente a través de la influencia ejercida por la ciencimetría y la bibliometría.

en la interrelación entre factores tecnológicos y sociales³². En sus trabajos más recientes, los economistas evolucionistas han atendido a las interacciones entre los diferentes estadios del cambio tecnológico. Se puede afirmar, por tanto, que, al abordar desde las ciencias sociales el estudio del cambio tecnológico, se constata un cierto grado de convergencia interdisciplinar. Se consolida, pues, un espacio analítico común en el que cobran sentido conceptos tales como los de «nexo tecnológico entre variación y selección», «coevolución», «selección ex-ante» y «selección ex-post» (Van den Belt y Rip, 1987; Rip y Van den Belt, 1988; Schot, 1992; Bell y Pavitt, 1993; Nelson, 1993; Winter, 1993).

En cualquier caso, las ciencias sociales no sólo tienen que cumplir una función descriptiva en relación con la tecnología. También deben asumir un importante papel prospectivo a fin de informar y condicionar los procesos sobre la dirección y el ritmo del cambio tecnológico.

5. NUEVOS ENFOQUES PRESCRIPTIVOS: VALORACION Y POLITICAS PUBLICAS

5.1. *Valoración de tecnologías*

En lo que atañe a la evaluación de tecnologías y los análisis de políticas científico-tecnológicas cabe identificar, asimismo, otro proceso de renovación conceptual. En el caso de la valoración y evaluación de tecnologías dicha transformación teórica se manifiesta en los trabajos de los sucesivos congresos de la ISTA (*International Society for Technology Assessment*). Los primeros cambios en el concepto de evaluación de tecnologías emergieron en 1976, con ocasión del segundo congreso de la ISTA, y se afianzaron durante el tercero, celebrado en 1982 (Smits, 1990). El cuadro 1 recoge sucintamente las principales variaciones.

En 1987, un nuevo concepto de evaluación de tecnologías fue formulado con motivo del I Congreso Europeo sobre *Technology Assessment*, celebrado en Amsterdam por iniciativa del Departamento de Política Científica del Ministerio de Educación y Ciencia de los Países Bajos, la NOTA (*Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek*) y el Programa FAST (*Forecasting and Assessment of Science and Technology*) de la Dirección General XII de la Comunidad Europea (Smits y Leyten, 1988). Las principales diferencias respecto al concepto tradicional se recogen en el cuadro 2.

³² No podemos dejar de señalar que el excesivo énfasis que autores como Callon y Latour ponen en la falta de distinción entre actores humanos y no humanos puede conducir a un callejón sin salida a la hora de abordar el estudio del cambio tecnológico. Una argumentación en este sentido se encuentra en Olazarán y Torres (1995).

CUADRO 1

Cambios en el concepto de valoración de tecnologías

<i>Contexto</i>	<i>Paradigma inicial</i>	<i>Paradigma emergente</i>
<i>Filosófico</i>	Evaluativo.	Prospectivo y creativo.
	Valoración elitista.	Participación pública.
	Orientación hacia la mejora de políticas.	Orientación metapolítica.
	Orientación hacia el producto.	Orientación hacia el proceso.
<i>Epistemológico</i>	Neutralidad valorativa.	Sensible a los valores.
	Restringido a la investigación empírica.	Acepta todo tipo de investigación.
	Restringido al conocimiento científico.	Admite juicios intuitivos.
	Proyección causal.	Anticipación causal.
	Verificación empírica.	Concepción dinámica del conocimiento válido vía falsación.
<i>Metodológico</i>	La tecnología aparece como variable independiente.	Tecnología y sociedad aparecen como variables interrelacionadas.
	Análisis cuantitativo.	Combinación de análisis cualitativos.
	Pensamiento convergente.	Alternancia pensamiento convergente/divergente.
	Integración teórica.	Integración sistémica.
	Modelos simples <i>ad hoc</i> .	Múltiples modelos.
<i>Procedimental</i>	Enfasis en el proceso intelectual.	Enfasis en el proceso de aprendizaje social.
	Dirigido por los responsables del proyecto.	Dirigido conjuntamente por los responsables del proyecto y grupos de interés.
	Análisis agregado de costes y beneficios (responsables del proyecto).	Análisis desagregado de costes y beneficios (grupos de interés y responsables del proyecto).
	Sugiere opciones políticas.	Sugiere opciones valorativas a grupos de interés.
	La valoración es una actividad independiente.	La valoración como prospectiva creativa de modelos sociales.

FUENTE: Borush, Chen y Christakis (1980).

CUADRO 2

Principales diferencias entre los conceptos tradicional y nuevo de valoración de tecnologías

<i>Concepto tradicional</i>	<i>Nuevo concepto</i>
La ciencia posee un papel dominante.	Investigadores y usuarios tienen un papel similar.
Grandes expectativas en relación con la investigación.	Modestas expectativas.
El resultado de la evaluación es un informe.	El resultado de la evaluación es un informe junto con el debate de los resultados.
Se presta poca atención a la definición del problema.	Se presta gran atención a la definición del problema.
Una Oficina de Valoración y Evaluación tecnológica.	Diferentes modos de organizar la valoración y evaluación.
Se hace un uso instrumental de la información en un proceso de decisión racional.	Se hace un uso conceptual de la información en un proceso dominado por consideraciones políticas.
Los resultados de la evaluación se incorporan automáticamente al proceso de toma de decisiones.	Se presta atención al proceso de armonización entre los resultados de la evaluación y la toma de decisiones.
La tecnología es un proceso autónomo.	La tecnología es fruto de la actividad humana.

FUENTE: Smits y Leyten (1988).

En el Congreso de Amsterdam de 1987 se perfiló, asimismo, el concepto de evaluación constructiva de tecnologías (Rip y Van den Belt, 1988; Smits, 1990). De acuerdo a esta nueva elaboración teórica, la valoración y evaluación de tecnologías no debería ocuparse exclusivamente de los aspectos externos (efectos o impactos), sino, fundamentalmente, del desarrollo interno considerado como un proceso continuo en el que se generan elecciones condicionadas por factores sociales, económicos, técnicos, científicos o políticos (Schot, 1992). La evaluación de tecnologías cumple esencialmente la función de facilitar la toma de decisiones respecto de las nuevas posibilidades tecnoindustriales. La idea subyacente es, pues, que las sociedades contemporáneas pueden controlar, en cierto grado, el ritmo y la dirección del cambio tecnológico. En este sentido, los enfoques evolucionistas y constructivistas mantienen una estrecha relación en lo que atañe a la evaluación constructiva de tecnologías (Rip y Van den Belt, 1988; Schot, 1992).

Los sociólogos constructivistas y los economistas evolucionistas han recha-

zados los tradicionales modelos unidireccionales y los han reemplazado por otros multilineales. Con anterioridad, los modelos de cambio tecnológico apelaban al incremento de la eficiencia técnica, al aumento de la eficiencia económica o a cualquier otro criterio «maximizador». El pretendido resultado era siempre una historia (más o menos) lineal del éxito tecnológico. Los modelos multilineales, por su parte, muestran que la evolución de una tecnología podría haber sido distinta en función de otros factores económicos, técnicos, culturales o políticos. Mediante la evaluación de tecnologías y el desarrollo de políticas científico-tecnológicas se pretende «re-conducir» el proceso en su conjunto para asegurar la incorporación de determinados valores sociales, morales y políticos. Bajo esta perspectiva, la regulación de la tecnología y de la actividad investigadora no aparece tanto como un tipo de limitación, sino como una orientación y estímulo de la innovación (Rip y Van den Belt, 1988; Irwin y Vergragt, 1989; Jelsma, 1991; Schot, 1992). Queda abierta, por tanto, la posibilidad de la participación pública (especialmente de los grupos sociales afectados) en la toma de decisiones sobre distintos aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología.

5.2. *Políticas públicas de ciencia y tecnología*

Los últimos análisis sobre políticas científicas y tecnológicas cuestionan los principales supuestos en los que se basa el modelo de ósmosis al que anteriormente hemos hecho referencia. En la actualidad, un número escaso de analistas de las políticas científico-tecnológicas sostendrían que un aumento en el conocimiento científico es una condición suficiente para la innovación industrial y el crecimiento económico. Lo que antes se daba por supuesto, la conexión entre los diferentes estadios del cambio tecnológico, ahora queda problematizado y se muestra como objeto principal de la acción política de los poderes públicos; es decir, la transferencia de los resultados de la investigación básica a la investigación aplicada y de ésta a la innovación industrial. Ya no se considera útil el modelo lineal de innovación, ni para diseñar ni para evaluar políticas científico-tecnológicas (Pavitt, 1987; Rosenberg, 1991; Salomon, 1991; Gummert, 1992). Además, hay que determinar cuáles son los sectores en los que cada país es más capaz de competir, lo que implica no sólo la necesidad del análisis comparativo, sino del autoexamen y la valoración de las propias especificidades organizativas, económicas, culturales o sociopolíticas. El estudio de los procesos de coevolución entre tecnologías e instituciones aparece como un elemento indispensable en el análisis de las políticas científicas (Nelson, 1991, 1993).

En la agenda, tanto de los analistas como de los ejecutores, de la política científica se introducen ahora temas anteriormente desatendidos, como la protección del ambiente y los aspectos sociales (Salomon, 1991; Gummert, 1992; Schienstock, 1994). El crecimiento económico ya no es el único objetivo de las políticas de ciencia y tecnología. (Las diferencias entre las tradicionales y modernas políticas científico-tecnológicas —I+D— quedan sintetizadas en el cuadro 3.)

CUADRO 3

Características de las políticas científicas tradicionales y modernas

	<i>Políticas tradicionales</i>	<i>Políticas modernas</i>
<i>Objeto</i>	Productos tecnológicos.	Adicionalmente, aspectos organizativos, culturales e institucionales.
<i>Objetivo</i>	Crecimiento económico.	Adicionalmente, compatibilidad social y ecológica.
<i>Fase del proceso de innovación</i>	Aquellas alejadas del mercado (principalmente, la investigación básica).	También aquellas cercanas al mercado (transferencia de tecnologías).
<i>Integración política</i>	Parte de la política económica.	Política interdependiente y cercana a otras áreas (política tecnológica explícita).
<i>Papel del Estado</i>	Actor central del proceso de innovación tecnológica.	Impulsor y coordinador de la autorregulación del proceso de innovación.
<i>Instrumento</i>	Apoyo y regulación.	Provisión de infraestructuras.
<i>Tipo de políticas</i>	Control directo.	Control del contexto.

FUENTE: Schienstock (1994).

5.3. *Sobre el concepto de tecnología y sus implicaciones prácticas*

Las nuevas perspectivas metodológicas incorporadas en los estudios sociales sobre la tecnología reflejan un sensible cambio conceptual. Tradicionalmente, la tecnología ha sido concebida como sustantiva e instrumental. Desde esta concepción, tecnología eran automóviles, reactores nucleares, microondas, trenes de alta velocidad, programas de ordenador o robots industriales. La tecnología se confundía con el resultado de la actividad tecnológica. En la actualidad, el énfasis en la definición se pone más en el proceso que conduce a la generación de resultados, es decir, en la práctica tecnológica. Esta, creemos, es una característica común a los principales enfoques disciplinares en las investigaciones sociales de la tecnología, sean de carácter descriptivo o posean una orientación prospectiva y valorativa. Algunos trabajos recientes son ilustrativos respecto del cambio conceptual al que estamos haciendo referencia.

De acuerdo con Pacey, se puede hablar de dos definiciones de tecnología, una restringida y otra general (Pacey, 1986). En la primera sólo se hace referencia al aspecto técnico (conocimiento, destreza y técnica, herramientas,

máquinas o recursos), mientras que la segunda incorpora, además de los ya mencionados, los aspectos organizativos (actividad económica e industrial, actividad profesional, usuarios y consumidores) y los aspectos culturales (objetivos, valores y códigos éticos, normas de comportamiento). Los cambios técnicos pueden producir ajustes en los aspectos culturales y organizativos, del mismo modo que las innovaciones en la organización pueden conducir a cambios técnicos y culturales. Pacey insta a que el fenómeno «tecnología» sea estudiado, analizado, valorado y gestionado en su conjunto, esto es, como una práctica social, y también a hacer explícitos los valores culturales subyacentes. Según la concepción tradicional de tecnología, las soluciones a los problemas planteados por la sociedad son exclusivamente técnicas. Pacey cree, sin embargo, que a menudo las soluciones más acordes con los deseos y las esperanzas de los ciudadanos dependen en mayor grado de los cambios experimentados en la esfera organizativa social, pública y privada.

Aun manteniendo importantes diferencias entre sí, otros conceptos de tecnología inciden en la misma línea de razonamiento de Pacey. Langdon Winner, por ejemplo, habla de las tecnologías como «formas de vida» (Winner, 1986). Quiere significar con ello: (i) que introducir una determinada tecnología significa en muchos casos comprometerse con un modelo social; y (ii) que la tecnología vigente en un momento dado puede entenderse como un conjunto de relaciones sociales materializadas. Brian Wynne afirma que la tecnología es un experimento social. De acuerdo con esta visión, se trata de una actividad cuyo éxito no depende exclusivamente de hacer funcionar artefactos, sino también de buscar equilibrios entre diferentes intereses, valores, aspiraciones o cosmovisiones (Wynne, 1993). Las concepciones de Pacey, Winner y Wynne tienen un importante significado político: en tanto que la tecnología está intrínsecamente relacionada con la vida de los ciudadanos, las decisiones sobre las diferentes alternativas tecnológicas deben estar sometidas a control democrático.

La comprensión de la tecnología como un producto, aun parcial, de la interacción social confiere a los estudios sobre percepción pública un nuevo sentido. Se trata de investigaciones sociales con un gran potencial de utilidad para desentrañar las complejas relaciones sociales y los elementos simbólicos que concurren en los procesos de cambio tecnológico.

6. PERCEPCION PUBLICA, ENTORNO POLITICO Y RIESGOS TECNOLOGICOS

Los estudios sociales sobre percepción pública también se han extendido al campo de la tecnología. Su número ha ido en aumento al tiempo que se incrementaba la preocupación pública por los debates tecnológicos. En un primer momento las investigaciones en este ámbito se ocuparon de: (i) determinar el nivel de conocimientos de los ciudadanos sobre ciencia y tecnología, y (ii) identificar las opiniones y actitudes frente a las aplicaciones tecnológicas.

En general, se asumía que las opiniones y actitudes dependían del nivel de conocimiento. En este contexto surge el problema de la «alfabetización en ciencia y tecnología» (Miller, 1983). Pero la renovación conceptual de la que venimos hablando también ha tenido su correlación en los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología.

En lo que sigue analizaremos la relación entre las investigaciones sobre la percepción pública de la tecnología y los nuevos enfoques disciplinares que han aparecido en el conjunto de los estudios sociales de la tecnología. Como veremos, esta relación es bidireccional y puede conducir a una interacción sumamente fructífera. Desde nuestro punto de vista, los estudios sobre percepciones (actitudes o representaciones) públicas de la tecnología se encuentran a medio camino entre los análisis claramente descriptivos y los que poseen una orientación más prescriptiva (Luján y Moreno, 1993).

6.1. *Entorno político*

El entorno o ambiente político en el que se produce el proceso de desarrollo tecnológico constituye un ámbito temático de relevancia en los estudios de percepción pública. En consonancia, se trata de identificar: (i) los diferentes significados que, en relación con sus intereses, los distintos grupos sociales asignan a una tecnología, y (ii) las actitudes (o disposiciones para la acción) de los diferentes actores hacia la tecnología implicada. Estos estudios poseen una vocación prescriptiva y, en este sentido, pueden desvelar posibles, probables y deseables evoluciones de la tecnología en cuestión al suministrar algunas de las claves de intervención en el proceso.

El análisis llevado a cabo por Linda Pifer sobre los diagnósticos genéticos para la esquizofrenia ilustra nuestra exposición en este punto (Pifer, 1989). El escenario en el que interactúan los diferentes actores sociales con intereses en juego —de uno u otro tipo— en el desarrollo de marcadores genéticos para la esquizofrenia está conformado por la concepción popular de esta enfermedad mental y de los diagnósticos genéticos. En los Estados Unidos, el público en general cree que la esquizofrenia o no existe o tiene un origen familiar y que, por tanto, es una enfermedad incurable cuyos síntomas son la manifestación de personalidades múltiples³³. Aunque el conocimiento sobre la ingeniería genética es aún escaso, las potencialidades del diagnóstico genético cuentan ya con una amplia aceptación. Una vez delimitado este contexto, entran en concurrencia los intereses en juego de los diferentes actores sociales implicados: a) las empresas farmacéuticas y los médicos psiquiatras se muestran interesados

³³ Téngase en cuenta que la esquizofrenia es un grupo de desórdenes mentales con distintas intensidades, y que el 50 por 100 de los esquizofrénicos se recuperan o mejoran notablemente diez años después de sufrir el ataque de la enfermedad.

económicamente en el desarrollo de dichos tests o diagnósticos (aun antes de desarrollar las terapias correspondientes)³⁴; *b*) las organizaciones de defensa de los esquizofrénicos demandan un mayor nivel de investigación respecto al tratamiento de la enfermedad; *c*) el gobierno se ocupa sólo marginalmente de la investigación sobre enfermedades mentales.

A la vista de otras experiencias análogas, la evolución de la situación de partida antes descrita tiende a: 1) una extensión en la práctica de los diagnósticos genéticos para determinar el desarrollo de la esquizofrenia; 2) un asesoramiento sobre la interrupción de los embarazos en las madres afectadas, y 3) proporcionar una medicación sintomática generalizada. Una de las posibles vías para modificar esta tendencia podría consistir en una mayor inversión por parte de los poderes públicos, no directamente mercantilizable, en investigación y desarrollo de tratamientos más eficaces (y no sólo sintomáticos) para la esquizofrenia. Este caso ilustra cómo los estudios de percepción pública pueden ayudar a concebir escenarios futuros en el desarrollo de una tecnología, así como a identificar las políticas públicas necesarias para evitar efectos indeseados y orientar el desarrollo tecnológico hacia objetivos considerados como beneficiosos socialmente.

6.2. *La percepción pública del riesgo*

En línea con el apartado anterior cabe examinar el caso de la percepción pública del riesgo. Los análisis «convencionales» sobre este tema parten del supuesto de que es posible determinar de forma unívoca el riesgo que supone una actividad tecnológica concreta. Este tipo de estudios persiguen aportar unos resultados en base a los cuales se toman las decisiones oportunas (Brown, 1989). Se trata de un modelo de gestión conocido como de «valoración objetiva de riesgos»³⁵.

La falta de acuerdo entre expertos, la distinta valoración de los riesgos por parte de diferentes grupos de interés y la difícil cuantificación de los efectos o impactos sociales, entre otros factores, estimularon la formulación de un modelo de gestión de riesgos caracterizado como de «análisis de decisiones». De acuerdo a dicho modelo, no se trata tanto de medir objetivamente las propiedades físicas del riesgo, sino de analizar las diferentes posibilidades de acción en relación con las preferencias individuales o institucionales. Quizá el

³⁴ Los tests genéticos pueden servir para identificar «enfermos asintomáticos»: individuos que no manifiestan la enfermedad pero que poseen secuencias de ADN generalmente asociadas (estadísticamente) con ella. Por lo tanto, los tests genéticos pueden ampliar el mercado de las empresas farmacéuticas.

³⁵ En Chalk (1988) aparecen un buen número de contribuciones dedicadas al tema del riesgo y su percepción social. Véase también el número monográfico de la revista *Daedalus* dedicado a este tema (1990, vol. 119, núm. 4).

aspecto más significativo confrontado por este tipo de enfoques es la proclividad a una monetarización de las preferencias individuales y sociales.

Común a las perspectivas más recientes en los estudios sobre la percepción pública del riesgo es la preocupación por el análisis de los modos en que los individuos aprenden sobre su entorno a través de la experiencia (Brown, 1989). Cabe distinguir cuatro enfoques al respecto: la aproximación cognitivista, la psicosocial, la cultural y la sociológica (Turner y Wynne, 1992)³⁶.

Desde la aproximación cognitivista se intenta determinar el nivel de riesgo aceptable y cuáles son las consideraciones que los individuos interiorizan al hacer la valoración de una tecnología concreta. Las investigaciones psicosociales sobre la percepción del riesgo se centran principalmente en el estudio de las actitudes públicas hacia su entorno. En esta perspectiva se enfatiza la conexión entre percepción del riesgo y sistemas de valores y creencias.

En los análisis culturales se suele aducir que las creencias sobre la naturaleza y sobre el riesgo están socialmente construidas³⁷. Por ejemplo, Mary Douglas ha estudiado las controversias ambientalistas llegando a la conclusión de que los diversos grupos sociales no difieren tanto en los elementos que introducen en la valoración del riesgo, sino en hablar de riesgos distintos. La selección de riesgos depende del tipo de organización de los grupos y del modo en que interactúan con el contexto político más amplio. Los grupos ambientalistas resaltan la importancia de los riesgos catastróficos y las consecuencias a largo plazo, mientras que los empresarios se centran en el riesgo que puede suponer la falta de energía, y los burócratas muestran una preocupación casi exclusiva por los riesgos cuantificables y gestionables (Turner y Wynne, 1992).

Quienes trabajan en la perspectiva sociológica consideran que el riesgo se define en relación a la amenaza que supone para la estructuración social y la vida ciudadana, y no por determinaciones meramente numéricas, materiales o físicas. La percepción pública del riesgo está relacionada en mayor medida con la identidad sociocultural, los valores morales o las relaciones socioeconómicas. Los desacuerdos entre las percepciones del riesgo de los expertos y del público en general dependen, según esta perspectiva, de los factores sociales a tener en cuenta en su valoración.

Las investigaciones sobre percepción pública del riesgo pueden clasificarse también de acuerdo al modo general en que enfocan la relación entre las valoraciones de los expertos y las de otros grupos sociales. Se trata de analizar los distintos factores sociales —culturales, políticos o económicos— que influyen

³⁶ Wildavsky y Dake (1990) utilizan otra clasificación, aunque análoga. Distinguen entre los enfoques relativos a: la teoría del conocimiento, la teoría de la personalidad, la teoría económica, la teoría política y la teoría de la cultura. Para una revisión de los estudios de percepción pública del riesgo, tanto en lo referente a orientaciones teóricas como a investigaciones empíricas, consúltense Freudenburg y Pastor (1992) y Krimsky y Golding (1992).

³⁷ Para la relación entre la sociología constructivista de la tecnología y los estudios de percepción pública del riesgo, cf. Hilgartner (1992). En este trabajo se realiza una defensa de la teoría del «actor reticular» como herramienta metodológica para el estudio sociológico del riesgo.

en los conflictos sobre los riesgos tecnológicos (Freudenburg y Pastor, 1992). Unas orientaciones parten del supuesto de que es posible determinar el riesgo objetivo de una práctica tecnológica y estudian los factores que hacen que la opinión pública difiera de esta determinación. Otras consideran ambos tipos de percepciones en relación a factores culturales y sociales, sin privilegiar la determinación técnica del riesgo o su percepción por parte de los expertos. Las valoraciones de los no expertos pueden considerarse como más complejas al introducir elementos axiológicos generales tales como la equidad social en el reparto de riesgos, las amenazas a la libertad individual y al bienestar económico, el grado de desconocimiento del riesgo o de voluntariedad (Shrader-Frechette, 1988).

Del conjunto de recientes investigaciones sobre percepción pública cabe colegir la tesis de que los contextos históricos sociales en los que el riesgo se manifiesta, se define y se difunde son mucho más importantes de lo que tradicionalmente se ha considerado (Turner y Wynne, 1992). Ello tiene ante todo una importancia práctica, dado que la gestión y regulación del riesgo asociado a las tecnologías puede beneficiarse considerablemente de los estudios de percepción pública. En muchos casos, como en el de la biotecnología, se trata de desarrollos tecnológicos asociados a un alto grado de incertidumbre sobre sus posibles riesgos, y con amplias repercusiones transversales para el conjunto de la vida ciudadana (Moreno, Lemkow y Lizón, 1992).

Para determinar los riesgos hay que analizar primero los contextos sociales concretos en los que la tecnología en cuestión se implantará. Subsiguientemente, la gestión de los riesgos será más adecuada teniendo en cuenta la experiencia social de los diferentes colectivos implicados. Una tecnología eficiente debe ser también socialmente viable (Wynne, 1983, 1992). Ello implica detectar y descifrar los significados, percepciones y actitudes que distintos grupos sociales asocian al desarrollo de la tecnología en cuestión.

7. CONCLUSIONES

En las páginas precedentes se ha analizado cómo desde finales de la década de los años sesenta y principios de los setenta se ha producido un punto de inflexión, tanto en la representación pública como en el estudio social de la tecnología. Langdon Winner (1974) describe vívidamente este cambio. «Durante mucho tiempo —afirma— ha prevalecido la opinión de que los verdaderos problemas de los tiempos modernos podían comprenderse mejor excluyendo cualquier referencia directa a la esfera técnica... En estos últimos años... la tecnología y sus distintas manifestaciones se han convertido en las “obsesiones” de muchas discusiones sobre la sociedad y la política respecto a una amplia variedad de frentes.» Una de las consecuencias de este cambio de sensibilidad ha sido que el proceso de generación de tecnologías se ha configurado como objeto de estudio y análisis para las ciencias sociales, tanto en su

vertiente puramente descriptiva como cuando su objetivo es ayudar a orientar el desarrollo tecnológico y social.

La evolución histórica de los estudios sociales sobre la tecnología está impregnada por una controversia entre dos concepciones generales antagónicas: determinismo tecnológico *versus* determinismo sociológico. Lo curioso de esta dicotomía es que, pese a tratarse de dos posiciones claramente diferenciadas, existen rasgos prácticos comunes. Desde ambos determinismos, al menos en sus versiones más radicalizadas, se juzgan como carentes de sentido las investigaciones sobre valoración de tecnologías y sobre políticas científico-tecnológicas³⁸. La razón para sostener tal punto de vista no es difícil de entender: tanto la valoración de tecnologías como el diseño de políticas científico-tecnológicas presuponen que tenemos la capacidad de influir sobre el desarrollo tecnológico y sobre su impacto social. Es más, presuponen que una acción efectiva que pretenda encaminar el rumbo de la tecnología hacia la consecución de ciertos objetivos (económicos, políticos o sociales) depende de nuestra comprensión de la interacción entre tecnología y sociedad.

La controversia entre determinismos no ha desaparecido por completo, aunque su plasmación sí aparece atenuada en los estudios sociales de la tecnología en curso. Es cierto que existe un debate entre economistas evolucionistas y sociólogos constructivistas en relación a los determinantes del cambio tecnológico. No es menos cierto, sin embargo, que, como hemos visto en estas páginas, existen también numerosos argumentos solapados y la posibilidad de una considerable complementariedad entre ambas aproximaciones generales. Como producto de la convergencia de motivaciones sociales y académicas, es precisamente el ámbito de la CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) el mejor pertrechado para entablar un diálogo constructivo interdisciplinar y asimilar los diferentes enfoques en el estudio de la tecnología.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia (DGICYT, Proyecto: PB-0061), del Fondo de Investigación Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Consumo (FIS, Contratos: 93/0304 y 95/0906) y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Agradecemos los comentarios de la profesora Teresa González de la Fe, buena parte de los cuales han podido ser incorporados al texto.

³⁸ Sobre las consecuencias sociales negativas del determinismo tecnológico, véase Giner (1987).

BIBLIOGRAFIA

- BASALLA, G. (1988): *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BELL, M., y PAVITT, K. (1993): «Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries», *Industrial and Corporate Change*, 2: 157-210.
- BELT, H. van den, y RIP, A. (1987): «The Nelson-Winter/Dosi Model and Synthetic Dye Chemistry», en W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds.).
- BIJKER, W. E. (1993): «Technology Studies. Illustrated with Examples from Coastal Engineering and Hydraulic Tecnology», en S. Jasanoff *et al.* (eds.).
- BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P., y PINCH, T. J. (eds.) (1987): *The Social Construction of Technological Systems*, MIT Press, Cambridge (MA).
- BIJKER, W. E., y LAW, J. (eds.) (1992): *Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, MIT Press, Cambridge (MA).
- BORUSH, M.; CHEN, K., y CHRISTAKIS, A. (eds.) (1980): *Technology Assessment: Creative Futures. Perspectives from and beyond the Second International Congress*, North Holland, Nueva York (NY).
- BROWN, J. R. (1989): «Introduction: Approaches, Tools and Methods», en J. R. Brown (ed.), *Environmental Threats: Perception, Analysis and Management*, Belhaven Press, Londres.
- BURY, J. B. (1920): *The Idea of Progress*, Nueva York.
- CALLON, M. (1986): «The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle», en M. CALLON, J. LAW y A. RIP, *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, MacMillan, Londres.
- (1987): «Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis», en W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (eds.).
- CARPENTER, S. (1977): «Philosophical Issues in Technology Assessment», *Philosophy of Science*, 44: 574-593.
- (1983): «Technoaxiology: Appropriate Norms for Technology Assessment», en P. T. Durbin y F. Rapp (eds.), *Philosophy and Technology*, Reidel, Dordrecht.
- (1985): «Scale in Technology: A Critique of Design Assumptions», *Research in Philosophy and Technology*, 8: 67-76.
- CHALK, R. (ed.) (1988): *Science, Technology and Society. Emerging Relationships (Papers from SCIENCE, 1949-1988)*, American Association for the Advancement of Science, Washington (DC).
- COATES, J. (1976): «Technology Assessment: The Benefits, the Costs, the Consequences», *The Futurist*, 4: 225-231.
- COLLINS, H. M. (1983): «An Empirical Relativist Programme in the Sociology of Scientific Knowledge», en K. D. Knorr-Cetina y M. Mulkay (eds.), *Science Observed*, Sage, Bristol.
- COMMITTEE ON SCIENCE, ENGINEERING AND PUBLIC POLICY (1993): *Science, Technology, and the Federal Government*, National Academy Press, Washington (DC).
- DICKSON, D. (1984): *The New Politics of Science*, The University of Chicago Press, Chicago (IL).
- DOSI, G. (1982): «Technological Paradigms and Technological Trajectories», *Research Policy*, 3: 11247-162.
- DOSI, G., *et al.* (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- DREGSON, A. R. (1986): «Applied Philosophy of Technology: Reflections on Forms of Life and the Practice of Technology», *The International Journal of Applied Philosophy*.
- EIKELHOF, H., y KORTLAND, K. (1988): «Broadening the Aims of Physics Education», en P. J. Fenham (ed.), *Development and Dilemmas in Science Education*, Falmer Press, Londres.
- ELSTER, J. (1983): *Explaining Technical Change*, CUP, Cambridge.
- FREUDENBURG, W. R., y PASTOR, S. K. (1992): «Public Responses to Technological Risks: Toward a Sociological Perspective», *The Sociological Quarterly*, 33: 389-412.
- FULLER, S., y RAMAN, S. (1991): *Teaching Science and Technology Studies: A Guide for Curricular Planers*, documentos de la reunión «Science as Cultural Practice», celebrada el verano de 1991 (Weslayan University, EE.UU.).

- GINER, S. (1987): «Tecnocultura», en *Ensayos Civiles*, Península, Barcelona, pp. 137-160.
- (1993): «La Urdimbre Moral de la Sociedad», en E. Lamo de Espinosa y J. E. Rodríguez Ibáñez (eds.), *Problemas de Teoría Social Contemporánea*, CIS, Madrid.
- GONZÁLEZ, M. I.; LÓPEZ, J. A., y LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*, Tecnos, Madrid.
- GOULD, S. J., y ELDREDGE, N. (1993): «Punctuated Equilibrium Comes of Age», *Nature*, 366: 223-227.
- GUMMETT, P. (1992): «Science and Technology Policy», en M. Hawkesworth y M. Kogan (eds.), *Enciclopedia of Government and Politics*, Routledge, Nueva York (NY).
- HARD, M. (1993): «Beyond Harmony and Consensus: A Social Conflict Approach to Technology», *Science, Technology & Human Values*, 18: 408-432.
- HILGARTNER, S. (1992): «The Social Construction of Risk Objects: Or, How to Pry Open Networks of Risk», en J. F. Short y L. Clarke (eds.), *Organizations, Uncertainties, and Risk*, Westview Press, Boulder/San Francisco/Oxford.
- HUGHES, T. P. (1987): «The Evolution of Large Technological Systems», en W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. J. Pinch (eds.).
- (1994): «Technological Momentum», en M. R. Smith y L. Marx (eds.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, MIT Press, Cambridge (MA).
- IRANZO, J. M.; BLANCO, J. R.; GONZÁLEZ DE LA FE, T.; TORRES, C., y COTILLO, A. (eds.) (1995): *Sociología de la Ciencia y la Tecnología*, CSIC, Madrid.
- IRWIN, A., y VERGRAGT, P. (1989): «Re-thinking the Relationship between Environmental Regulation and Industrial Innovation: The Social Negotiation of Technical Change», *Technology Analysis & Strategic Management*, 1: 57-70.
- JASANOFF, S., et al. (eds.) (1993): *Handbook of S.T. & S.*, 4S and Sage, Bristol.
- JELSMA, J. (1991): «CTA in Action: The Case of Biotechnology», *Twente-III International Workshop on Constructive Technology Assessment*, University of Twente, Enschede.
- JONES, M. V. (1971): *A Technology Assessment Methodology: Some Basic Propositions*, The Mitre Corporation.
- KRIMSKY, S., y GOLDING, D. (eds.) (1992): *Social Theories of Risk*, Praeger, West Port (CT).
- KUHN, T. S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago.
- (1974): «Second Thoughts on Paradigms», en F. Suppe (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, Illinois University Press.
- LAMO DE ESPINOSA, E.; GONZÁLEZ, J. M., y TORRES, C. (1994): *La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia*, Alianza, Madrid.
- LATOUR, B. (1987): *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Harvard University Press, Cambridge.
- LAW, J. (1987): «The Structure of Sociotechnical Engineering — a Review of the New Sociology of Technology», *The Sociological Review*, 35: 405-424.
- LAW, J., y BIJKER, W. (1992): «Postscript: Technology, Stability, and Social Theory», en W. Bijker y J. Law (eds.).
- LENTE, H. van (1993): *Promising Technology. The Dynamics of Expectations in Technological Developments*, Universidad de Twente (Tesis Doctoral).
- LUJÁN, J. L. (1992): «El Estudio Social de la Tecnología», en J. Sanmartín, S. H. Cutcliffe, S. L. Goldman y M. Medina (eds.).
- (1993): «Modelos de Cambio Científico: Filosofía de la Ciencia y Sociología del Conocimiento», *Revista Internacional de Sociología*, 4: 65-90.
- LUJÁN, J. L., y MORENO, L. (1993): «The Social Study of Technology: The Case for Public Perception and Biotechnology», en L. A. Hickman y E. F. Porter (eds.), *Technology and Ecology*, SPT/Southern Illinois University, Carbondale (IL).
- MACKENZIE, D. (1984): «Marx and the Machine», *Technology and Culture*, 25: 473-502.
- MACKENZIE, D., y WAJCMAN, J. (eds.) (1985): *The Social Shaping of Technology: How the Refractor Got its Hum*, Open University Press, Milton Keynes.
- MALERBA, F., y ORSENGO, L. (1993): «Technological Regimes and Firm Behavior», *Industrial and Corporate Change*, 2: 45-71.

- MILES, I. (1993): «Science, Technology and Futures Studies», *International Social Sciences Journal*, 137: 373-384.
- MILLER, J. D. (1983): «Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review», *Daedalus*, 112: 29-48.
- MISA, T. J. (1994): «Retrieving Sociotechnical Change from Technological Determinism», en M. R. Smith y L. Marx (eds.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, MIT Press, Cambridge (MA).
- MOKYR, J. (1990): *La Palanca de la Riqueza. Creatividad Tecnológica y Progreso Económico*, Alianza, Madrid, 1993.
- MORENO, L.; LEMKOW, L., y LIZÓN, A. (1992): *Biotecnología y Sociedad. Percepción y Actitudes Públicas*, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- MUKERJI, S. (1989): *A Fragile Power. Scientists and the State*, Princeton University Press, Princeton (NJ).
- MULKAY, M. (1980): «Sociology of Science in the West», *Current Sociology*, 28: 1-184.
- NELSON, R. (1991): «The Role of Firms Differences in an Evolutionary Theory of Technical Advance», *Science and Public Policy*, 18: 347-352.
- (1993): «The Co-Evolution of Technologies and Institutions» (borrador).
- NOBLE, D. F. (1977): *America by Design: Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism*, Knopf, Nueva York (NY).
- OLAZARÁN, M., y TORRES, C. (1995): «Para una Reorientación de la Sociología del Conocimiento Científico», *Sistema*, 125: 75-93.
- OLIVÉ, L. (ed.) (1994): *La Explicación Social del Conocimiento*, UAM, México.
- PACEY, A. (1986): *The Culture of Technology*, MIT Press, Cambridge (MA).
- PAVITT, K. (1987): «The Objectives of Technology Policy», *Science and Public Policy*, 25: 473-502.
- PIFER, L. K. (1989): «Genetic Markers for Schizophrenia», en R. H. Blank y M. K. Mills (eds.), *Biomedical Technology and Public Policy*, Greenwood Press, Londres.
- PINCH, T. (1982): «Kuhn - The Conservative and Radical Interpretations: Are some Mertonians "Kuhnians" and some "Kuhnians" Mertonians?», *4S Newsletter*, 2: 10-25.
- PINCH, T., y BIJKER, W. E. (1984): «The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other», *Social Studies of Science*, 14: 399-441.
- PIORE, M. J., y SABEL, C. F. (1984): *La Segunda Ruptura Industrial*, Alianza, Madrid, 1990.
- PORTER, A. L.; ROSSINI, F. A., y CARPENTER, S. R. (1980): *A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis*, North Holland, Nueva York (NY).
- PROCTOR, R. N. (1991): *Value-Free Science? Purity and Power in Modern Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge (MA).
- PURSELL, C. (1993): «The Rise and Fall of the Appropriate Technology Movement in the United States, 1965-1985», *Technology and Culture*, 34: 629-637.
- RIP, A., y BELT, H. van den (1988): «Constructive Technology Assessment: Toward a Theory», Enschede, University of Twente.
- ROSE, H., y ROSE, S. (1976): *La Radicalización de la Ciencia*, Nueva Imagen, México, 1980.
- ROSENBERG, N. (1982): *Dentro de la Caja Negra: Tecnología y Economía*, La Llar del Llibre, Barcelona, 1993.
- (1991): «Critical Issues in Science Policy Research», *Science and Public Policy*, 18: 335-346.
- SALOMON, J. J. (1991): «Changing Perspectives of Science Policy: Insights into Innovation Process», *Journal of Scientific & Industrial Research*, 50 (febrero): 90-101.
- SANMARTÍN, J.; CUTCLIFE, S. H.; GOLDMAN, S. L., y MEDINA, M. (eds.) (1992): *Estudios sobre Sociedad y Tecnología*, Anthropos, Barcelona.
- SCHIENSTOCK, G. (1994): «Technology Policy in the Process of Change. Changing Paradigms in Research and Technology Policy?», en G. Aichholzer y G. Schienstock (eds.), *Technology Policy: Towards an Integration of Social and Ecological Concerns*, De Gruyter, Berlín-Nueva York.

- SCHOT, J. W. (1992): «Constructive Technology Assessment and Technology Dynamics: The Case of Clean Technologies», *Science, Technology & Human Values*, 17: 36-56.
- SCHUMACHER, E. F. (1973): *Lo Pequeño es Hermoso*, H. Blume, Madrid, 1986.
- SHRADER-FRECHETTE, K. (1988): «Producer Risk, Consumer, and Assessing Technological Impacts», *Policy Studies Review*, 8: 155-164.
- SMITH, B. L. R. (1992): *The Advisers. Scientists in the Policy Process*, The Brookings Institution, Washington (DC).
- SMITS, R. E. H. M. (1990): *State of the Art of Technology Assessment in Europe*, The Commission of the European Communities (informe).
- SMITS, R. E. H. M., y LEYTEN, A. (1988): «Key Issues in the Institutionalization of TA», *Futures* (febrero).
- SOLÍS, E. (ed.) (1994): *Razones e Intereses. La Historia de la Ciencia después de Kuhn*, Paidós, Barcelona.
- STAUDENMAIER, S. J. (1985): *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*, MIT Press, Cambridge.
- (1990): «Recent Trends in the History of Technology», *The American Historical Review*, 95: 715-725.
- TORRES, C. (1994): *Sociología Política de la Ciencia*, CIS, Madrid.
- TURNER, G., y WYNNE, B. (1992): «Risk Communication. A Literature Review and Some Implications for Biotechnology», en J. Durant (ed.), *Biotechnology in Public. A Review of Recent Research*, Science Museum, Londres.
- VERGRAGT, P. J. (1988): «The Social Shaping of Industrial Innovation», *Social Studies of Science*, 18: 483-513.
- WEBSTER, A. (1991): *Science, Technology and Society. New Directions*, MacMillan, Londres.
- WILDAVSKY, A., y DAKE, K. (1990): «Theories of Risk Perception: Who Fears What and Why?», *Daedalus*, 119: 41-60.
- WINNER, L. (1977): *Tecnología Autónoma*, Gustavo Gili, Barcelona, 1979.
- (1986): *The Whale and the Reactor. A Search for the Limits in an Age of High Technology*, University of Chicago Press, Chicago (IL).
- WINTER, S. G. (1993): «Patents and Welfare in an Evolutionary Model», *Industrial and Corporate Change*, 2: 211-231.
- WYNNE, B. (1975): «The Rhetoric of Consensus Politics: A Critical Review of Technology Assessment», *Research Policy*, 4: 108-158.
- (1983): «Redefining the Issues of Risk and Public Acceptance. The Social Viability of Technology», *Futures* (febrero): 13-32.
- (1992): «Uncertainty and Environmental Learning. Reconciling Science and Policy in the Preventive Paradigm», *Global Environmental Change* (junio): 111-127.
- ZIMAN, J. (1984): *Introducción al Estudio de las Ciencias*, Ariel, Barcelona, 1986.

RESUMEN

En este artículo se analizan y relacionan las principales orientaciones sobre el estudio de la tecnología. La exposición se estructura en base a dos dicotomías: determinismo tecnológico *versus* determinismo sociológico y enfoques descriptivos (economía y sociología) *versus* enfoques prescriptivos (ciencia política y evaluación). Con el fin de identificar similitudes, diferencias y complementariedades, se revisan las adscripciones disciplinares de las diferentes aproximaciones en el estudio de la tecnología. Dicha tarea se realiza desde el contexto más amplio de los programas interdisciplinarios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

ABSTRACT

The analysis of the main current approaches in the social studies of technology are the subject of this article. Two dichotomies are taken into account: technological determinism *versus* sociological determinism; and descriptive approaches (economics and sociology) *versus* prescriptive approaches (political science and assessment). The different disciplinary origins of the new approaches in the social study of technology are referred to within the wider context of the Science, Technology and Society programmes (STS) in order to identify their links, differences and complementarities.