

LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS (ET): ORIGEN Y DESARROLLO

GEMMA MUÑOZ-ALONSO LÓPEZ

Profesora Titular de Historia de la Filosofía y de la Ciencia
de la Universidad Complutense de Madrid

Resumen: La finalidad de este artículo consiste en exponer qué se entiende por Evaluación de Tecnología, cuáles son sus concepciones, el porqué de su necesidad, sus tipos fundamentales y la historia de la misma no sólo en España sino también en Estados Unidos y en Europa. Con ello se intenta poner de relieve que la tecnología no es un hecho aislado, sino que está presente en la sociedad y se encuentra relacionada con todos los factores de la vida del hombre actual, lo cual exige mecanismos de control y de evaluación que permitan salvaguardar a nuestra civilización.

Palabras clave: Ciencia, Desarrollo tecnológico, Evaluación de Tecnologías, Programas de I+D, Sociedad tecnológica, Tecnología.

Abstract: The aim of this article is to explain what is understood by Technology Assessment, what are the concepts involved, why it is necessary, the main categories, and the historical background, not only in Spain, but in the U.S. and Europe. The goal is to make clear that the technology is not an isolated fact, but rather a concept present in the society and related to all factors concerning the modern human society. This requires mechanisms of control and assessment that control its effects on modern civilization.

Key words: Science, Technological Development, Technology Evaluation, Research & Development Programms, Technological society, Technology.

La finalidad de este artículo consiste en exponer qué se entiende por *Evaluación de Tecnología* demostrando que la tecnología no es un hecho aislado sino que está presente en la sociedad y se encuentra relacionada con todos los factores de la vida del hombre actual, lo cual exige mecanismos de control y de evaluación que permitan salvaguardar a nuestra civiliza-

ción. Para afrontar este tema nos hemos centrado en cinco bloques temáticos. En primer lugar se analiza la propia expresión de ET y su evolución, así como las más señaladas instituciones europeas que realizan actividades de ET. Sus diversas concepciones, la reactiva y la constructiva, nos llevan a justificar la necesidad de una evaluación no sólo aplicando criterios internos, sino fundamentalmente unos criterios externos. En cuarto lugar, abordamos los tipos de evaluación externa o social, como la evaluación de idoneidad y la evaluación de consecuencias. Por último, ofrecemos una panorámica de la historia de la ET en nuestro país señalando sus organismos principales.

I. EL CONCEPTO DE «EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS» (ET)

El hombre de nuestro siglo necesita controlar la tecnología para perder el miedo al vertiginoso avance tecnológico:

«... El siglo xx ha asistido a la industrialización de la ciencia y la tecnología, entendiéndose como tal el proceso mediante el cual la actividad tecnológica adquiere vida propia, mueve ingentes cantidades de personas y recursos y se sitúa como un sector productivo, directo e indirecto, de gran importancia. La aceleración y universalización del proceso tecnológico a lo largo del presente siglo, y fundamentalmente de su segunda mitad, es de tal calibre que, utilizando (...) palabras de E. Braun (...) «mientras que en épocas anteriores la tecnología estaba considerada como una conquista, con algún disenso que otro y un matiz ocasional de miedo, en nuestra época el sentido de conquista está casi equilibrado con un sentido de pérdida de control y un deseo de recobrar lo que se supone que fue el dominio humano sobre la tecnología en el pasado. Actualmente hay una sensación abrumadora de que la sociedad está a merced de su tecnología, una tecnología que avanza rápidamente con un impulso propio y sin considerar si es bueno o malo socialmente»¹.

En la actualidad se entiende por *Evaluación de Tecnologías* un conjunto de métodos que analizan los diferentes y diversos impactos o efectos derivados de la aplicación de tecnologías, estudiando los efectos de posibles tecnologías alternativas e identificando los grupos sociales que puedan verse afectados. Su objetivo último estriba en tratar de reducir o anular los efectos negativos de algunas tecnologías imperantes, optimizando sus efectos positivos y contribuyendo así a su aceptación por la sociedad.

¹ E. BRAUN: *Tecnología rebelde* (Madrid, Fundesco-Tecnos, 1986), texto recogido del artículo de Fco. Ros, *Evaluación de las tecnologías y política tecnológica*, en *Telos* (1987-88), n.º 12, p. 59.

La expresión *Technology Assessment* (TA) o «Evaluación Tecnológica» aparece por vez primera en un documento oficial en 1966. En ese año, la Cámara de Representantes norteamericana (con el Subcomité de Ciencia, Investigación y Desarrollo a la cabeza) publicaba un informe llamando la atención sobre los efectos colaterales de la innovación de la tecnología y solicitando la creación de un «sistema de alerta temprana». Este sistema tendría como labor revelar los efectos tanto positivos como negativos de las aplicaciones tecnológicas.

En 1972 se firmaba la «Ley de Evaluación de la Tecnología» y se creaba en el Congreso de EE.UU. la *Oficina de Evaluación de Tecnologías* («Office of Technology Assessment»), la OTA, cuya misión prioritaria consistía en asesorar a los congresistas sobre las consecuencias que podían derivarse de adoptar decisiones políticas referentes al desarrollo o a la introducción de una nueva tecnología².

Esta iniciativa fue la piedra de toque que permitió definir con mayor precisión el planteamiento de los problemas no sólo políticos e institucionales sino también los problemas metodológicos, asociados todos ellos a la evaluación de tecnologías.

Asimismo, determinados riesgos tecnológicos contribuyeron al establecimiento de «agencias reguladoras» que se dedicaran a evaluar los impactos y los riesgos de los desarrollos tecnológicos que ya estaban funcionando, como la «Agencia de Protección Ambiental» («Environmental Protection Agency»), la EPA, o la «Comisión Reguladora Nuclear» («Nuclear Regulatory»), la NCR, organismos que condujeron a disposiciones legislativas importantes.

Con un poco de retraso, la experiencia de la OTA fue seguida por algunos de los países más industrializados de Europa, destacando la agencia reguladora de la *Evaluación de Opciones Científicas y Tecnológicas* («Science and Technology Options Assessment»), la STOA del Parlamento Europeo. Así, en 1987 la Comisión de Energía, Investigación y Tecnología (CERT) del Parlamento Europeo creaba un programa de evaluación propio, bajo las siglas STOA, planteando tres líneas iniciales de investigación: los efectos de la desregulación de las telecomunicaciones, la contaminación química transfronteriza y la investigación en fusión nuclear. Para la STOA uno de los objetivos de la evaluación tecnológica consiste en limitar las consecuencias del error a niveles de riesgo aceptables³. Asimismo, tenemos que mencionar el Programa FAST, *Previsión y Evaluación de*

² Cfr. Mary E. PROCTER: Una experiencia en políticas de tecnología. Quince años de la Oficina de Evaluación Tecnológica de los EE.UU. (OTA), en *Telos* (1987-88), n.º 12, pp. 99-104.

³ Cfr. Rolf LINKOHR: La evaluación de la tecnología en el Parlamento Europeo. El programa STOA, en *Telos* (1987-88), n.º 12, pp. 93-98.

la Ciencia y la Tecnología («Forecasting and Assessment of Science and Technology») de la Comunidad Europea, entre cuyas actividades figuran aspectos relacionados con la evaluación tecnológica.

En la siguiente tabla, recogida por Riccardo Petrella (del Programa FAST)⁴, encontramos los tipos principales de institucionalización de ET en la CE (al 1 de febrero de 1993):

	Parlamento	Tipo independiente y mixto	Gobierno	Nivel regional
Bélgica		FTU/EMERIT	SPPS	STV. Flandes
Dinamarca		<=TB		
Francia	OPECST	CNER=>	Diversas	Rhone-Alpes
Alemania	TAB		BMFT	ATA-Baden-Wutenberg. Diversas TBS
Grecia			GRST	
Irlanda			EOLAS	R
Italia		ENEA=> <=AAVT=>		Lombardía
Países Bajos		<=NOTA=>	WB;ATB	
Portugal				
España		FUNDESCO	ANEP	Cataluña/ Valencia
Reino Unido	POST	SPRU/PREST		
Nivel Comunitario	STOA		FAST	

Las flechas indican que la organización en cuestión está ligada al parlamento o al poder ejecutivo. Por su parte, la lista de abreviaturas aparecidas en esta tabla es la siguiente:

AAVT: *Alta Autorità per la Valutazione della Tecnologia* (Alta Autoridad para la Evaluación de la Tecnología). ANEP: *Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva*. ATA: *Akademie für Technologiefolgenabschätzung*. ATB: *Directie Algemeen Technologiebeleid* (*Dirección General de*

⁴ La primavera de la Evaluación de Tecnologías se extiende por Europa, en José Sanmartín e Imre Hronzsky (eds.): *Superando fronteras. Estudios europeos de Ciencia-Tecnología-Sociedad y Evaluación de Tecnologías*, Barcelona, Anthropos, 1994, p. 9.

Política Tecnológica, Ministerio de Asuntos Exteriores). BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie (*Ministerio de Investigación y Tecnología*). CNER: Comité National d'Evaluation de la Recherche (*Comité Nacional de Evaluación de la Investigación*). EMERIT: Expérience de Médiation et d'Evaluation dans la Recherche et L'Innovation Technologique (*Experiencia de Mediación y de Evaluación en la Investigación y la Innovación Tecnológica*). ENEA: Comitato Nazionale per la Ricerca e per lo Sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative (*Comité Nacional para la Investigación y para el Desarrollo de la Energía Nuclear y de las Energías Alternativas*). EOLAS: Irish Science and Technology Agency (*Agencia Irlandesa para la Ciencia y la Tecnología*). FAST: Forecasting and Assessment in Science and Technology (*Previsión y Evaluación de la Ciencia y la Tecnología*). FTU: Fondation/Travail/Université (*Fundación/Trabajo/Universidad*). FUNDESCO: *Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones*. GSRT: General Secretariat for Research and Technology, Ministry of Industry, Energy and Technology (*Secretariado General para la Investigación y la Tecnología*). NOTA: Nederlandse Organisatie voor Technologie Aspectenonderzoek (*Organización para la Evaluación de Tecnologías de Los Países Bajos*). OPECST: Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (*Oficina Parlamentaria de Evaluación de las Opciones Científicas y Tecnológicas*). POST: Parliamentary Office of Science and Technology (*Oficina Parlamentaria de la Ciencia y la Tecnología*). PREST: Programme of Policy Research in Engineering, Science and Technology (*Programa de Políticas de Investigación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología*). SPRU: Science Policy Research Unit (*Unidad de Investigación para la Política Científica*). SPPS: Service de Programmation de la Politique Scientifique (*Servicio de Programación de la Política Científica*). STOA: Scientific and Technological Option Assessment (*Evaluación de Opciones Científicas y Tecnológicas*). STV: Stichting Technologie Vlaanderen (*Fundación Flamenca para la Evaluación de Tecnologías*). TAB: *Technologiefolgen-Abschätzungsburo des Deutschen Bundestag*. TB: *Technology Board (Tehnologienævnet)*. TBS: *Technologie Beratungsstelle*. WB: *Wetenschapsbeleid* (Science Policy, Ministerio de Educación y Ciencia).

Pues bien, la experiencia de estos Programas y Agencias de ET ha dado lugar a una bibliografía cada vez más abundante sobre los problemas que hay que afrontar y sobre los métodos necesarios para abordarlos, como por ejemplo, las Actas del Congreso de Amsterdam en 1987 sobre evaluación de tecnologías, el número 12 de la revista española *Telos* (1987-1988) sobre ET, o los estudios de M. A. Quintanilla, P. Piganiol, K. A. Stroetmann, M. Medina, K. A. Stroetmann, M. Castells, M. I. González García, J. A. López Cerezo, J. L. Luján, etc.

La tarea misma de ET no está todavía demasiado clarificada, por lo que su definición, funciones y cometidos han ido cambiando y evolucionando según los tiempos y los países⁵. Sin embargo, cabe decir que, a pesar de los debates sobre el significado de ET y los numerosos problemas derivados de la relación entre los políticos y los especialistas, existe un consenso sobre cuáles son las funciones que se le asignan. En tal sentido podemos señalar ocho funciones que no se excluyen, si bien a menudo se solapan, y que son diferentes dependiendo de las distintas estructuras políticas de cada país. Estas funciones son las siguientes:

- «1. Reforzar posiciones en el proceso de decisión. Esto vale especialmente para las iniciativas parlamentarias en la materia, pero vale también para otros agentes políticos, los cuales, al reforzar su base de información sobre el desarrollo científico y técnico, aspiran a conseguir mayor influencia en las decisiones.
2. Apoyar las políticas de corto y medio plazo del gobierno (en sus ramas ejecutiva y legislativa); de esta forma, en el marco de una política existente, se puede dar paso a la investigación de alternativas y a actividades de evaluación (y en muchos casos, también de justificación).
3. Contribuir al desarrollo de políticas gubernamentales de largo plazo, ofreciendo datos sobre posibles desarrollos y alternativas.
4. Sistema de alerta temprana: información sobre las consecuencias potencialmente problemáticas e indeseables del desarrollo tecnológico, en la fase más temprana posible.
5. Ampliar el conocimiento y la capacidad de decisión, apoyando a los grupos sociales en la definición de sus propias estrategias ante el desarrollo tecnológico.
6. Detectar, formular y desarrollar aplicaciones técnicas socialmente deseables y útiles (ET constructiva).
7. Fomentar la aceptación de la tecnología por parte de la opinión pública.
8. Potenciar en los científicos la conciencia de sus responsabilidades sociales»⁶.

Además del consenso respecto a estas ocho funciones, la mayoría de los países consideran que todavía queda mucho por hacer y que es urgente adoptar medidas al respecto. E. J. Tuininga afirmó ya en los años ochenta esta necesidad:

⁵ Cfr. R. LINKOHR, art. cit., p. 96: «En nuestro trabajo diario, evaluación tecnológica tiende a ser sinónimo de estudios, sesiones informativas o descripciones de las tecnologías existentes, analizando sus posibles impactos en la sociedad y el medio ambiente. Se evalúan riesgos y ventajas, en ocasiones hasta se hacen experimentos para confirmar las hipótesis. Pero sigue siendo una labor descriptiva, pues ningún experimento puede simular el futuro, y por tanto nuestras decisiones son siempre arriesgadas».

⁶ E. J. TUININGA: El debate sobre la evaluación de la tecnología. ¿Dónde están los políticos?, en *Telos* (1987-88), n.º 12, p. 79.

«El debate sobre la ET ha salido finalmente del reducido círculo de especialistas de los años 70. Una serie de accidentes cuasi-catastróficos —la lluvia ácida, Chernobil, el envenenamiento del Rhin— parece haber alertado a los políticos. Por otra parte, el acelerado cambio al que se asiste en la telemática, la biotecnología, la embriología humana, obliga a los gobiernos a estudiar medidas de regulación en un contexto caracterizado por la exasperante complejidad de las alternativas. La necesidad de evaluación está muy clara, el problema es cómo resolver el dilema político que plantea la organización del proceso de ET»⁷.

II. CONCEPCIONES DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS

En la actualidad se distinguen dos tipos de concepciones de la ET: la concepción reactiva y la concepción constructiva⁸.

La *concepción reactiva* de la ET, que responde a la tradición americana predominante en los años 70, se centra en identificar y valorar los efectos sociales indeseables de las tecnologías con el objeto de que los agentes responsables de tomar decisiones tengan información suficiente y puedan tomar medidas al respecto.

Ahora bien, la concepción reactiva adoptó inmediatamente un carácter fuertemente «economicista», basado en el análisis de riesgo-coste-beneficio. En efecto, si bien en un principio la ET desarrollada por la OTA se identificó con la *evaluación de impactos*, muy pronto adquirió una orientación probabilística al aplicarse, por ejemplo, a la evaluación de posibles accidentes en centrales nucleares. Con ello dio paso a otra modalidad de la evaluación de tecnologías: la *evaluación de riesgos*. Así, se realizó una combinación entre el tratamiento estadístico del riesgo y la evaluación económica adoptando la forma del análisis de riesgo-coste-beneficio⁹.

⁷ Art. cit., p. 82.

⁸ Cfr. Manuel MEDINA: Estudios de Ciencia y Tecnología para la evaluación de Tecnologías y la Política Científica, en José Sanmartín e Imre Hronzsky (eds.): *Superando fronteras. Estudios europeos de Ciencia-Tecnología-Sociedad y Evaluación de Tecnologías*, ed. cit., 1994, pp. 95-126.

⁹ Cfr. M. I. GONZÁLEZ GARCÍA; J. A. LÓPEZ CEREZO y J. L. LUJÁN LÓPEZ: *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos, 1996, p. 153: «El análisis coste-beneficio, con o sin la estimación de los posibles riesgos en tanto que costes, es la técnica más usada por la empresa privada o por la administración pública en evaluación de tecnologías y análisis de impacto ambiental. Consiste en determinar si el balance beneficio/coste es favorable a un determinado proyecto o no lo es. Sobre este planteamiento los empresarios o los administradores adoptan decisiones sobre la localización de los recursos. Las fases del análisis son: describir el objeto que se va a analizar, identificar los costes y los beneficios previstos, medir los costes y los beneficios directos e indirectos. Por último, evaluar los impactos económicos, para lo cual se aplican criterios de decisión cuantitativos que evalúan los costes y los beneficios monetarios».

Pues bien, esta *línea dominante* de evaluación sostenida por organismos oficiales norteamericanos y algunos organismos europeos, corresponde a lo que se ha denominado *modelo estándar* de evaluación de tecnologías. Se trata de un modelo en el que la sociedad y la naturaleza se presentan como contrapuestas a la tecnología y a la ciencia, de las cuales recibirán, sin embargo, determinados impactos.

Numerosos científicos y políticos han demostrado que este modelo no responde a nuestras expectativas actuales, entrando de ese modo en una situación de «crisis». En tal sentido, se ha constatado que la evaluación social de los riesgos tecnológicos es muy distinta de las estimaciones de los informes de los expertos que, por otro lado, no consiguen influir en la opinión pública ni tampoco en las actitudes de la sociedad respecto a la aceptación y a la valoración de determinadas tecnologías.

Los grandes desastres tecnológicos, como el incendio de los almacenes químicos de Sandoz en Basilea o el de la Central Nuclear de Chernobil, entre otros, han llevado a una desconfianza creciente respecto a las estimaciones y los dictámenes de los estudios de evaluación de riesgos, así como a la opinión negativa que supone el reducir todo a consideraciones económicas ocultando juicios de valor y presuposiciones metodológicas tras el «glamour» de las cifras en un análisis que en apariencia se presenta como objetivo¹⁰.

La *concepción constructiva* de evaluación tecnológica se basa, sin embargo, en un mayor análisis de los problemas sociales y en una búsqueda continua de las respuestas que puedan darse al desarrollo tecnológico, en vez de centrarse en las consecuencias lamentables y perniciosas que algunos desarrollos tecnológicos imperantes tienen para la sociedad.

Esta nueva actitud constructiva y activa consigue, o al menos lo intenta, la convergencia entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, dando lugar a planteamientos más democráticos capaces de establecer un nexo entre la ciencia y la tecnología, que constituyen un producto social, y las consecuencias sociales. Con ello se consigue la evaluación y el control social del desarrollo científico-tecnológico, siempre y cuando, claro está, exista como base un compromiso democrático.

En la actualidad, y a pesar de sus dificultades, la definición de ET que se propuso en el Congreso de Amsterdam, resulta la más coherente y la más admitida en los países europeos: «La evaluación de tecnología es un proceso consistente en el *análisis* de los desarrollos tecnológicos y de sus consecuencias, y en las *discusiones* que surgen a partir de tales análisis. El objetivo de la ET es generar una información que sirva de ayuda en la determinación de la política *estratégica* de desarrollo tecnológico por

¹⁰ Cfr. M. I. GONZÁLEZ GARCÍA *et al.*, *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, ed. cit., pp. 152-153.

parte de quienes tengan esa responsabilidad y que facilite la definición de los temas susceptibles de ulterior investigación para evaluación tecnológica»¹¹.

III. NECESIDAD DE UNA EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

En el Simposio de la Unesco realizado en los años ochenta, donde se trataron temas relacionados con las repercusiones sociales de la revolución científica y tecnológica de nuestro siglo, el problema de la necesidad de una evaluación de la tecnología ocupó un lugar central entre los ponentes. Así, el investigador alemán Karl A. Stroetmann justificó la necesidad de realizar esfuerzos tanto en el plano internacional como en el nacional para una evaluación de la tecnología advirtiéndolo lo siguiente:

«Para que la sociedad pueda tomar decisiones racionales sobre las investigaciones tecnológicas que deben recibir su apoyo, las técnicas que hay que concebir y las innovaciones que hay que aceptar, se requiere una percepción adecuada del problema y una información suficiente, que permitan adoptar unas decisiones coherentes. (...), la evaluación de la tecnología —esto es, el estudio sistemático de los efectos potenciales sobre la sociedad de la introducción, la extensión o la modificación de una tecnología, dedicando especial atención a los efectos no previstos, indirectos o demorados— puede constituir un instrumento muy importante al respecto. En este caso, procede entender la evaluación de la tecnología en un sentido bastante amplio, como un modo de analizar el impacto de la tecnología en un pequeño grupo de trabajadores, y como el medio de determinar los efectos potenciales en el plano mundial. No solamente hay que tomar en consideración los aspectos técnicos y económicos, sino también el impacto social, el cultural y el individual. No solamente debe aplicarse a las tecnologías que están surgiendo o las que ya existen, sino también a otras tecnologías posibles para satisfacer necesidades existentes o nuevas, previsibles, de la sociedad. No solamente hay que tomar en consideración las llamadas “tecnologías altas”, sino también las tecnologías existentes para su transferencia a los países en desarrollo y evaluar las nuevas técnicas llamadas intermedias o apropiada.»¹².

Pues bien, para evaluar tecnologías existen unos *criterios internos*, que se basan en la factibilidad, eficiencia y fiabilidad del desarrollo tecnológico, y unos *criterios externos*, que se centran en el valor de la tecnología para la sociedad que la va a desarrollar o a utilizar. Evaluación interna y ex-

¹¹ Cfr. SMITS *et al.*, documento preparado para el Congreso Europeo sobre Evaluación Tecnológica, Amsterdam, 1987; M. A. QUINTANILLA: *Tecnología: un enfoque filosófico*, Madrid, FUNDESCO, 1988, pp. 120-123.

¹² En *Repercusiones sociales de la revolución científica y tecnológica. Simposio de la Unesco*, Madrid, Tecnos, 1982, pp. 223-224.

terna son dos aspectos esenciales para el desarrollo tecnológico, pero la importancia de la última ha adquirido en los últimos tiempos una gran relevancia, adoptando formas institucionalizadas y situándose en el centro de las preocupaciones sociales¹³.

La necesidad actual de la evaluación externa o social de tecnologías es evidente por muchas razones: porque las tecnologías actuales afectan de muchas maneras a la sociedad, porque la rapidez del cambio tecnológico obliga a realizar una previsión de las consecuencias que una tecnología puede tener para el futuro, o porque el desarrollo tecnológico está vinculado a la actividad humana y se necesita una orientación en una determinada dirección¹⁴.

Los resultados que se han llevado a cabo en este sentido demuestran una progresiva toma de conciencia de la necesidad de este tipo de evaluación. Un ejemplo de estos resultados lo constituye el obligado *análisis de impacto ambiental* para cualquier proyecto que se financie con presupuesto del Estado. La obligatoriedad de dicho análisis procede de la *Ley de Política Nacional de Medio Ambiente*, promulgada por EE.UU. en 1970, que permite, mediante la Agencia para la Protección del Medio Ambiente, regular el procedimiento de participación y de reclamación pública en relación con esos proyectos.

Por otro lado, no podemos olvidar el marco en el que se produce la evaluación externa de las tecnologías, los *Programas de I+D*, que suponen, por definición, planes de acción que tienen como objetivo promover la investigación científica, el diseño y la evaluación de tecnologías.

Cabe decir, en tal sentido, que los Programas de I+D constituyen en la actualidad el marco en el que se produce la mayor parte de la investigación e innovación científica y tecnológica y los procesos de evaluación interna y externa. Por ello, para diseñar un Programa de I+D se necesita analizar cuidadosamente si el interés científico y tecnológico del Programa que se propone es compatible con su utilidad social. Para ello se tiene que contar con unos criterios de evaluación adecuados¹⁵.

¹³ Cfr. el capítulo VI: El desarrollo tecnológico (pp. 111-123), de la obra de Miguel Ángel QUINTANILLA: *Tecnología: un enfoque filosófico*, ed. cit.

¹⁴ El informe de la OCDE (1979) «Technology at Frial», *La Tecnología a Prueba*, señala seis factores fundamentales de la ciencia y la tecnología para explicar el interés público por la evaluación externa de tecnologías: la rapidez del cambio científico-técnico, la novedad de los problemas que el desarrollo científico-técnico plantea, la complejidad e interdependencia de los proyectos tecnológicos, la irreversibilidad de los efectos del desarrollo tecnológico en muchos campos, los problemas morales que suscitan las nuevas posibilidades tecnológicas y la sensibilidad de la opinión pública ante los riesgos potenciales del desarrollo tecnológico. Cfr. E. J. TUINGA, art. cit., pp. 73-74; M. A. QUINTANILLA, *op. cit.*, p. 112.

¹⁵ Cfr. J. M. Rojo: El sistema de I+D, fortalezas y debilidades, en R. Dorado, J. M. Rojo, E. Triana y Fco. Martínez (eds.): *Ciencia, tecnología e industria en España. Situación y perspectivas*, Madrid, FUNDESCO, 1991, pp. 15-32; M. A. Quintanilla, *op. cit.*, pp. 112-116.

IV. TIPOS DE EVALUACIÓN SOCIAL DE LAS TECNOLOGÍAS

Pues bien, la evaluación social o externa de una tecnología puede ser de dos tipos: evaluación de idoneidad y evaluación de consecuencias.

A) La *evaluación de idoneidad* se refiere a las propiedades de una tecnología y depende de la disponibilidad de la misma, de sus posibles usos y de que se adecúe a los intereses que el grupo se propone. Este tipo de evaluación puede realizarse de dos maneras. En primer lugar, se puede realizar sobre tecnologías ya imperantes que han sido comprobadas como eficientes. En este caso se evalúa su utilidad y puede tratarse mediante el análisis de coste y beneficio. Por otro lado, puede realizarse sobre el objetivo y los resultados, pero parciales, de un Programa de I+D. En este caso puede suceder que cuando la investigación avance se alteren los criterios de utilidad pronosticados para los objetivos del Programa. El ejemplo más elocuente, en este sentido, es el del Programa I+D para la energía de fusión¹⁶.

B) La *evaluación de consecuencias* se refiere a las *consecuencias* o el *impacto* que puede tener la aplicación o el uso de una determinada tecnología. Cuando se trata de una tecnología disponible, se valoran las posibles consecuencias de su aplicación por parte de un grupo social en unas determinadas circunstancias, sometiendo los proyectos tecnológicos a controles de impacto ambiental o de riesgo. Cuando se trata de un Programa de I+D, la evaluación de consecuencias se realiza desde el principio, desde la fase de diseño del Programa, valorando las consecuencias, desde multitud de ángulos y circunstancias, que pueda tener la aplicación potencial del sistema de ese Programa.

Podemos distinguir entonces tres tipos de *criterios* para la evaluación de consecuencias: la evaluación de riesgos, la evaluación de impactos y la evaluación de consecuencias sociales.

1. El *riesgo* se refiere a las consecuencias indeseables y perniciosas que la aplicación de una tecnología puede tener para la salud o el bienestar

¹⁶ Cuando se inició el programa de I + D para el control de la energía de fusión se atribuyó un gran valor de utilidad a los objetivos del programa, basado en un alto grado de confianza en la factibilidad del proyecto. Existía el convencimiento de que esa energía sería barata, inagotable y segura. La experiencia obtenida con el JET («Joint European Torus») condujo a algunos a poner en duda la idoneidad del proyecto: el criterio de factibilidad científica no garantiza la factibilidad tecnológica en las condiciones de rendimiento y fiabilidad que se pretendían. Por otra parte, el elevado coste del programa se considera como desproporcionado en relación con otros programas alternativos. Así, un proyecto que contaba con una alta valoración de idoneidad en la década de los setenta se encuentra sometido en la actualidad a serios reparos. Cfr. M. A. QUINTANILLA, *op. cit.*, p. 117.

de la población. Para evaluar el riesgo hay que calcular el producto de la probabilidad de que ocurran consecuencias perniciosas por el valor de utilidad o coste de esas consecuencias. Así, pues, en la evaluación de riesgos juega un papel importante el «factor subjetivo», ya que se trata de valorar las consecuencias «potenciales» que la aplicación de una tecnología puede tener para la vida humana, y esta valoración no es homogénea entre toda la población: la instalación de una central nuclear, por ejemplo, no depende de la decisión de los habitantes que viven cerca de ella.

2. La *evaluación de impactos* viene condicionada por el tipo de impacto (impacto psicológico, tecnológico, económico, social, ambiental, etc.) que ocasiona una tecnología. Su identificación, análisis y valoración es fundamental. Se trata con ello de determinar la probabilidad de los impactos, ya sean directos o indirectos, y la aceptabilidad de los mismos con ayuda de valores sociales. Existen diversos tipos de análisis de impacto, como el análisis coste-beneficio, las matrices de cruce-de-efectos, los modelos de simulación, etc.

En la actualidad ocupa un lugar relevante la *evaluación de impacto ambiental*, ya se refiera al entorno puramente físico (atmosférico, geológico o químico) o al impacto sobre el paisaje desde un punto de vista simplemente estético. Pues bien, los análisis de impacto ambiental realizan un estudio de las consecuencias ambientales que suponen la instauración de una determinada tecnología en una región y cuál será su efecto a corto o medio plazo. Con ello se favorece la interacción entre tecnología, naturaleza y sociedad y, en consecuencia, la viabilidad de esa tecnología.

3. La *evaluación de consecuencias sociales* está vinculada a las dos anteriores, ya que cualquier tecnología incide sobre la salud, el entorno físico o el empleo. Ahora bien, mientras que en la evaluación de riesgos o en la evaluación de impactos tenemos algunos puntos de referencia más o menos objetivos, como la salud de los posibles afectados o el impacto ecológico, en el caso de la evaluación de consecuencias sociales nos encontramos con una situación distinta. Podemos saber que la introducción de una tecnología va a tener drásticos efectos en la sociedad, pero la valoración de los mismos no se puede realizar mediante un «criterio objetivo» establecido previamente. Así, cabe decir que cualquier tecnología tiene consecuencias sociales de gran magnitud, y lo que hay que evaluar es precisamente el tipo de cambio que se va a producir en la estructura social:

«La sociedad está haciendo un esfuerzo mayor que nunca, no tanto para controlar la tecnología, como para ayudarla a avanzar. Porque, a pesar de todos los medios a la tecnología y de la sensación de que nos está invadiendo y quizá, destruyendo, las sociedades se dan cuenta de que la tecnología es la mejor arma para conseguir ventajas competitivas sobre las sociedades riva-

les. Aunque pueda parecer contradictorio, la tecnología está considerada con temor y suspicacia y, sin embargo, el hombre la mima como a su mejor amigo en su lucha no sólo por sobrevivir, sino por ponerse a la cabeza del pelotón. Quizá estemos viviendo todavía el mito. Quizá sea también que el interés económico inmediato de una entidad social determinada va contra los intereses a largo plazo y más amplios de la sociedad humana en general»¹⁷.

En resumen, la «evaluación de consecuencias» presenta una serie de problemas y dificultades que deben afrontarse no tanto utilizando técnicas de cálculo cuanto buscando formas de participación de la sociedad en la evaluación de la tecnología y en la toma de decisiones. Esta toma de conciencia ya ha dado algunos frutos, ya que se han planteado algunas propuestas para convertir la evaluación de tecnologías en procesos abiertos a la participación pública. Valga, como ejemplos, los *Tribunales científicos*, los *Congresos de consenso* o los *Comités tecnológicos*¹⁸.

V. LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN ESPAÑA

La historia de la ET en España está cuajada de dificultades debido a la falta de recursos, de coordinación y a la poca influencia real de las instituciones que tuvieran funciones de planificación y de regulación¹⁹.

La financiación y los recursos se concentraban principalmente en el Ministerio de Educación y Ciencia y en el Ministerio de Industria y Energía. Fueron estos Ministerios los que empezaron a realizar los primeros atisbos de ET.

Por un lado, la CAICYT (la *Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica*), administrativamente dependiente del MEC, aunque se constituye formalmente como una comisión interdepartamental, se convierte en un centro básico de evaluación, asumiendo la tarea de la distribución de fondos. Los canales de los que disponía para cumplir su función eran los proyectos de investigación, los planes de investigación concertada y los programas especiales, siendo estos últimos los únicos programas que

¹⁷ E. BRAUN: *Tecnología rebelde* (Madrid, Fundesco-Tecnos, 1986), texto recogido del artículo de Fco. Ros, Evaluación de las tecnologías y política tecnológica, en *Telos* (1987-88), n.º 12, pp. 62-63.

¹⁸ Cfr. el minucioso estudio de estas propuestas de democratización de la política científico-tecnológica en la obra de M. I. GONZÁLEZ GARCÍA, J. A. LÓPEZ CEREZO y J. L. LUJÁN LÓPEZ, *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, ed. cit., pp. 162-166.

¹⁹ Cfr. Luis Sanz MENÉNDEZ: La evaluación de la tecnología en España, en *Telos* (1987-88), n.º 12, pp. 65-71; Alberto LAFUENTE FÉLEZ y Luis A. ORO GIRAL: Evolución del sistema de Ciencia y Tecnología en España. El Plan Nacional de I+D, en *Ciencia, Tecnología e industria en España*, ed. cit., pp. 33-123.

definían unos objetivos a largo plazo y, en consecuencia, susceptibles de evaluación.

Por otro lado, el CDTI (*Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial*), que depende del Ministerio de Industria y Energía, y el propio MINER, distribuían créditos y subvenciones de carácter regulador que permitían la orientación de la investigación y el desarrollo tecnológico de las empresas privadas. Estos organismos realizaron también funciones evaluativas. Así, el MINER redactó sucesivas versiones del PEIN (*Plan Nacional de la Industria Electrónica*) y del PEN (*Plan Energético Nacional*).

Además, el MEC y el MINER organizaron conjuntamente en los años ochenta un equipo de trabajo para determinar la estructura institucional y la política científica y tecnológica con el fin de preparar el anteproyecto de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que sería aprobada en 1986 (Ley 13/86).

Pues bien, todo esto nos lleva a deducir que el modelo español de ET está fuertemente vinculado al poder ejecutivo, frente al modelo parlamentario de EE.UU. o al modelo independiente. Sin embargo, la ET también se realiza a través del Parlamento y a través de instituciones independientes, aunque públicas.

Así, en 1979 el Senado aprobó la constitución de una Comisión especial para el estudio de los problemas que afectan a la Investigación Científica Española realizando un análisis global y de gran importancia sobre la situación de nuestro país, labor que fue secundada en el año 1983, obteniendo también una gama relevante de resultados.

Asimismo, la promulgación de la Ley 13/86, conocida como la *Ley de la Ciencia*, abrió la posibilidad de la evaluación de tecnologías desde el Parlamento. En su Disposición adicional 1a. se creaba una Comisión Mixta del Congreso y del Senado para el seguimiento del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo. En 1996 se propone una comparecencia semestral de los responsables del Plan ante esta Comisión Mixta para informar sobre su marcha. Los partidos con representación parlamentaria acordaron también convertir esa comisión en el foro único para debatir todos los temas relacionados con la ciencia.

Por otro lado, nos encontramos con dos Fundaciones públicas que realizan importantes tareas de evaluación tecnológica: FUNDESCO (*Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones*) y FEP (*Fundación Empresa Pública*), las cuales han realizado valiosas evaluaciones del sistema científico y tecnológico en España.

En cuanto a la Evaluación de Tecnologías en el marco normativo español, podemos señalar algunas cuestiones.

La situación del Sistema Español de Ciencia y Tecnología a principios de los años ochenta llevó a las autoridades a tomar conciencia de la urgen-

cia de su reforma. La primera medida fue la promulgación de la *Ley de la Ciencia*. Según esta Ley, los Presupuestos Generales del Estado deciden y condicionan los recursos que pueden destinarse a la investigación científica y el desarrollo tecnológico, si bien pueden programarse asimismo a través del Plan Nacional de I+D. Los programas concretos de los organismos reguladores de la orientación de la I+D serán los que solventen los problemas de coordinación con el sistema productivo. Respecto al sector privado, este papel queda básicamente en manos del CDTI (art. 10 de Ley 13/86 y art. 3 RD 1406/86).

Con la Ley 13/86 el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico se convirtió en el instrumento fundamental de la política científica y tecnológica. El Plan Nacional se compone, al menos, de los Programas Nacionales de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, de los Programas Sectoriales de los diversos Ministerios, de los Programas de las Comunidades Autónomas y de los Planes Nacionales de Formación de Personal Investigador (art. 6).

Con la Ley se creó un organismo de coordinación único, la *Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología* (art. 7,8), con una *Comisión Permanente* constituida por una Secretaría General del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y una oficina de evaluación: La ANEP (Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva. (art. 1, RD 415/87). La ANEP tiene como misión la «evaluación científico-técnica de las entidades y equipos de investigación (...y realizará...) los estudios y análisis prospectivos que en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico le sean encomendados» (art. 4, RD 415/87).

Ahora bien, la Ley crea también un *Consejo General de la Ciencia y la Tecnología*, encargado de reunir y coordinar las actividades de los representantes de las Comunidades Autónomas (art. 12, Ley 13/86), si bien las Comunidades Autónomas han creado sus propios organismos de coordinación de la política científica y tecnológica, así como organismos asesores y de evaluación.

La Ley reguló asimismo la composición del *Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología* (art. 9.2 Ley 13/86) convirtiéndose en un órgano «independiente» de evaluación, ya que se le atribuyó de manera específica la capacidad de «Informar (...el Plan nacional...) especialmente en lo que se refiere a su repercusión social y económica» (art. 9.2 Ley 13/86 y art. 2.c. RD 834/87).

Por razones de infraestructura y recursos presupuestarios, cuando se empezó a desarrollar la Ley solamente la ANEP, ligada al ejecutivo, se consolidó como organismo evaluador de tecnologías. Sin embargo había otras vías abiertas, como el Parlamento o los Consejos Asesores, además de los organismos de las Comunidades Autónomas. Existían, asimismo, los institutos independientes, como FUNDESCO, o el Gabinete de Estudios de

la Presidencia del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), que realizaban evaluación de tecnologías.

Por último, no podemos dejar de mencionar el *Acta Única Europea*, que, desde su entrada en vigor en julio de 1987, permiten, controlan y evalúan todo un conjunto de acciones en materia de investigación y desarrollo tecnológico que dependen de Bruselas.

Terminamos esta panorámica del origen, sentido y formación de la Evaluación de Tecnologías con las palabras de Riccardo Petrella, del Programa FAST, respecto al futuro esperanzador de la institucionalización de la ET en todos los países, de su artículo titulado «La primavera de la Evaluación de Tecnologías se extiende por Europa»:

«El pasado mes de noviembre tuvo lugar el Tercer Congreso de Evaluación de Tecnologías (Technology Assessment), organizado de forma muy eficiente por el Danish Board of Technology (Consejo Danés para la Tecnología) en la ciudad de Copenhague. Más de 240 personas participaron en él y tuvieron oportunidad de percibir algo: las actividades de Evaluación de Tecnologías (ET) y las instituciones a ella dedicadas han dejado tras de sí el frágil y peligroso período de la infancia. La ET se nos ha hecho adulta. Los miembros de la “comunidad ET”, pertenecientes a los diversos países y regiones de Europa —principalmente, de la Europa occidental—, se muestran razonablemente esperanzados. A la vez, está surgiendo con cierta rapidez un movimiento importante y prometedor en pro de la institucionalización y el desarrollo de la ET en los países de la Europa central y del Este»²⁰.

La ET ha salido, pues, de su frágil período de la infancia y se desarrolla con madurez y con paso firme en todos los países europeos.

²⁰ En J. SANMARTÍN e I. HRONZSKY (eds.), *Superando fronteras: Estudios europeos de Ciencia-Tecnología-Sociedad y Evaluación de Tecnologías*, ed. cit., p. 7.