



Revista CS
ISSN: 2011-0324
cs@icesi.edu.co
Universidad ICESI
Colombia

Osorio Marulanda, Carlos
Algunas orientaciones sobre la construcción de los estudios en ciencia, tecnología y
sociedad
Revista CS, núm. 6, julio-diciembre, 2010, pp. 45-67
Universidad ICESI
Cali, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476348369002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Carlos Osorio Marulanda

Universidad del Valle, Colombia

carosori@univalle.edu.co

Algunas orientaciones sobre la construcción de
los estudios en ciencia, tecnología y sociedad

*Guidance regarding the construction of science, technology
and society studies*

*Algumas orientações sobre a construção dos estudos de ciência,
tecnologia e sociedade*

Artículo de reflexión recibido el 09/ 08/2010 y aprobado el 02/11/2010

Resumen

Se presentan en este trabajo algunos elementos conceptuales sobre la formación de los estudios CTS y, en particular, de las dos tradiciones que dieron origen a sus propuestas académicas más representativas. Una de ellas, enfocada a la explicación social acerca de la naturaleza de la ciencia y la tecnología a partir de programas de investigación, constituye el objeto principal de este artículo. Nuestra finalidad se orienta a una presentación sucinta sobre los planteamientos de esta tradición, con el fin de promover el estudio de los enfoques CTS.

Palabras clave: CTS, Educación en CTS

Abstract

This article presents some conceptual elements about the formation of the STS studies and especially of two traditions that gave rise to their most representative academic proposals. One of them, focuses on a social explanation of the nature of science and technology based on research programs and, constitutes the primary objective of this article. Our purpose is oriented towards a concise discussion of the postulates of this tradition, aiming at promoting the study of STS approaches.

Key words: STS, Education in science, technology and society.

Resumo

São apresentados neste trabalho alguns elementos conceituais sobre a formação dos estudos de CTS e, em particular, das duas tradições que deram origem a suas propostas acadêmicas mais representativas. Uma delas, com enfoque para a explicação social acerca da natureza da ciência e da tecnologia a partir de programas de investigação, constitui o objeto principal do artigo. Nossa finalidade é orientada para uma apresentação sucinta sobre as abordagens desta tradição, com o fim de promover o estudo dos enfoques em CTS.

Palavras-chave: CTS, Educação em CTS

Introducción

Hablar de ciencia, tecnología y sociedad, o su acrónimo CTS, es referirse a un campo académico e investigativo que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, así como por el impacto de este conocimiento en la sociedad y el medio ambiente.

Pero CTS no es un campo de conocimiento en el sentido tradicional al que estamos acostumbrados, es decir, no es un campo disciplinar. CTS difiere un poco de esta noción, ya que estamos aquí frente una gran diversidad de programas de investigación, educación científica y gestión de la ciencia, que comparten la preocupación por las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Tales programas se inscriben en un conjunto de disciplinas académicas, como la historia de las ciencias y de la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la filosofía de la ciencia y de la tecnología, los estudios sobre economía del cambio técnico, la política científica, entre otras. Se trata entonces de un campo interdisciplinario, en donde la sociología de las ciencias, como veremos más adelante, aportó muchos elementos para su constitución.

A los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad también se le conocen como Estudios Sociales de la Ciencia, Estudios de la Ciencia o Estudios en Ciencia y Tecnología. Se trata de denominaciones que en nuestro contexto vamos a considerar equivalentes, aunque conviene aclarar que tienen orígenes diferentes. Tales estudios de la ciencia hacen referencia al término que usaron algunos departamentos de universidades norteamericanas, que fueron pioneras en estos temas, en la década de los años setenta del pasado siglo.¹ Mientras que el término de Estudios Sociales de la Ciencia está más vinculado a la tradición europea, para distinguir una sociología enfocada al análisis de los contenidos de la ciencia distinta de la sociología clásica que se preocupaba por las instituciones científicas. Por su parte, el término CTS denota, ante todo, el análisis de las consecuencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad, desde una cierta concepción activista que en sus orígenes estuvo más vinculada a la tradición norteamericana.

Las áreas de intervención de los estudios CTS son muchas y diversas, pero podemos agruparlas en tres, muy amplias, con elementos propositivos de fondo (González, et al., 1996; Waks, 1990). En primer lugar, tenemos una amplia producción intelectual enfocada a explicar en qué consiste la naturaleza de la ciencia

1 No sobra advertir que se encuentran unos antecedentes aún más lejanos en el tema, a través de los programas pioneros STPP (*Science, Technology and Public Policy*) o SEPP (*Science, Engineering and Public Policy Studies*) que surgieron en los años cincuenta, con un enfoque más bien tecnocráatico, desde el interior de las propias comunidades científica y tecnológica instaladas en universidades tecnológicas de gran fama mundial, como el MIT (*Instituto Tecnológico de Massachusetts*), para dar respuesta a las necesidades de organización y gestión de la tecnoociencia asociada a los grandes proyectos de investigación científica y tecnológica (Acedo, Vásquez y Manassero, 2002).

y la tecnología, es decir, cómo se produce la ciencia y la tecnología, cuáles son los factores internos o epistémicos a su propia constitución, así como los factores externos o aspectos sociales, intereses económicos, expectativas políticas, etc.; se trata de factores de tipo extraepistémico que intervienen en la producción de las teorías científicas, en el desarrollo de las tecnologías, en los procesos de invención y en el diseño de los grandes sistemas tecnológicos. Al respecto se han planteado varios enfoques que veremos luego –en tanto será el objetivo principal de este trabajo–, por ahora importa señalar que, desde esta perspectiva, CTS ha logrado construir y promover una imagen crítica y contextualizada del conocimiento científico y tecnológico.

La segunda de las áreas de intervención de CTS corresponde al ámbito de las políticas públicas de ciencia y tecnología. En este caso, CTS se preocupa por estudiar los temas relacionados con el papel de los públicos y, en general, con la participación pública en la toma de decisiones sobre cuestiones de política y de gestión de la ciencia y la tecnología. Contamos hoy día con una amplia literatura sobre los diversos enfoques y modelos de la participación, en situaciones controvertidas acerca de las ideas científicas y desarrollos tecnológicos. Cuestiones como las manipulaciones genéticas, los productos transgénicos, los diversos tipos y fuentes de energía, los grandes desafíos del transporte, entre otros temas, han suscitado debates en contextos nacionales e internacionales a través de modelos específicos de participación. Gracias a los estudios actuales hemos conocido y aprendido de estos modelos, de sus alcances y expectativas. El fin último de la participación pública en ciencia y tecnología, consiste en promover los intereses de los ciudadanos para que puedan ser tenidos en cuenta en la formulación de las políticas públicas, en campos como la salud, la agricultura, el medio ambiente, el transporte, etc. El público no sólo interviene para manifestar sus intereses, también para evaluar tecnologías que pueden tener cierto impacto en la vida de la comunidad.

La tercera de las áreas de intervención de los estudios CTS tiene que ver con la educación. En este plano, CTS cuenta con una tradición importante en la educación secundaria como en el nivel universitario. Desde esta perspectiva, CTS contribuye con una nueva y más amplia percepción de la ciencia y la tecnología, con el propósito de formar una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente. En la educación secundaria fueron los profesores de ciencias, especialmente de Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, Australia y Alemania, quienes desde comienzos de los años ochenta del pasado siglo llevaron las

preocupaciones sociales al campo de la pedagogía de las ciencias.² En el campo universitario, desde finales de la década de los años sesenta se buscó acercar las disciplinas científicas y humanísticas mediante cursos que intentaran explorar la relación entre el conocimiento científico y el desarrollo de las tecnologías con la sociedad (desde 1969, las Universidades de Cornell y la del Estado de Pensilvania iniciaron los primeros programas CTS). Al respecto, hay muchas lecciones sobre estos procesos, no sólo de la tradición anglosajona y americana, también en América Latina ya contamos con numerosas propuestas.³

Nos proponemos en este artículo presentar algunos elementos conceptuales básicos sobre los estudios en Ciencia Tecnología y Sociedad para explicar la naturaleza de la ciencia y la tecnología. Por tanto, no vamos a abordar las tres áreas señaladas antes sino que optaremos, desde una perspectiva general, por presentar unos elementos básicos sobre la primera de estas áreas. A manera de contexto se presentaran, inicialmente, unos antecedentes sociales sobre la construcción del campo de los estudios CTS. Posteriormente haremos referencia a las dos tradiciones que se originaron desde los estudios CTS, para finalizar con los enfoques más representativos sobre la explicación social acerca de la naturaleza de la ciencia y la tecnología a partir de sus programas de investigación. No sobra advertir que no se abordarán los desarrollos de los temas CTS en América Latina. Por la riqueza y diversidad de áreas de intervención, especialmente en los temas de política pública, educación científica e historia social de las ciencias y de las tecnologías, los abordajes específicos realizados por las comunidades académicas de la región ameritan un espacio aparte, por tanto escapan a los alcances del presente trabajo.

Algunos antecedentes sociales

Los estudios CTS tienen su origen en unos antecedentes sociales, antes de constituirse en un campo académico. Sus antecedentes se remontan a los finales de la segunda guerra mundial y posteriormente al llamado periodo de la Guerra Fría. Se considera que el lanzamiento de la bomba atómica sobre Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945, llevó al mundo a entrar en una nueva época no conocida hasta entonces: la muerte instantánea de más de 300.000 mil personas –sumados a los cuarenta millones que dejó la segunda guerra mundial– y la sensación de vulnerabilidad de la naturaleza con tal acontecimiento, abrieron un

2 Para una descripción detallada del origen de los estudios CTS en la educación, se recomienda la lectura del trabajo de José Antonio Acevedo Díaz, Ángel Vásquez Alonso y María Antonia Manassero Mass, *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias* (2002).

3 Sobre el tema de CTS en la educación y la ciencia a nivel iberoamericano, se sugiere consultar la Biblioteca Digital de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura OEI (www.oei.es).

gran interrogante sobre el uso del conocimiento científico y tecnológico (Cutcliffe, 1990). Hans Jonas (1979), el fundador de la *ética de la responsabilidad* o *ética tecnológica*, nos dice que hasta mediados del siglo XX la naturaleza no era objeto de responsabilidad humana, ella cuidaba de sí misma y cuidaba también del hombre. Pero a mediados del siglo XX el hombre rompe su relación con la naturaleza, con el desarrollo científico-tecnológico se modificó completamente este panorama. La ciencia y la tecnología modernas nos mostraron la tremenda vulnerabilidad de la naturaleza, una vulnerabilidad que no se sospechaba antes de que se hiciese reconocible en los daños causados.

Con la década de los años sesenta se aumentó la sensación de preocupación por la ciencia y tecnología, a través de diversos acontecimientos entre los que podemos destacar los siguientes. Por un lado, la guerra del Vietnam, que generó una gran movilización social de estudiantes de Norteamérica, Europa y Latinoamérica, en contra de la guerra y sus problemas asociados al uso de las bombas de Napalm. En este contexto, surge el movimiento contracultural conocido como hipismo en los Estados Unidos y Gran Bretaña, y el llamado “Mayo del 68 Francés” que cuestionó todos los valores de la sociedad occidental. De otro lado, empieza a gestarse el reconocimiento de los graves desequilibrios ambientales a los que estaba llevando la sociedad occidental, cuyos ejemplos emblemáticos los constituyen, el libro de Rachel Carson, *Primavera Silenciosa* (1962), sobre el tóxico DDT en los cultivos; así como los primeros desastres por el uso civil de la energía nuclear; las grandes contaminaciones por derrames petroleros, como el derrame de Santa Bárbara en California el 29 de enero de 1969; el informe del Club de Roma en 1972, *Los límites del Crecimiento*, en donde se anunciaba el posible colapso económico si se continuaba con las actuales tendencias del crecimiento. Todos estos hechos, entre otros que se pudieran citar desde los años sesenta del siglo XX, empezaban a mostrar la sensible preocupación de los ciudadanos por los impactos de la ciencia y tecnología.⁴

Autores como Webler y Renn (1995) consideran que estos movimientos de protesta social a partir de los movimientos ecologistas de los años sesenta, coinciden con el surgimiento de las agencias administrativas de los Estados Unidos vinculadas con el medio ambiente, la salud y la evaluación de tecnologías, como son: la Environmental Protection Agency –EPA– en 1969; la Occupational Safety

4 Véase en González, López y Luján (1996) el listado de hechos y fechas entre 1945 y 1995, que reflejan la historia de la preocupación social por la ciencia y la tecnología, de acuerdo a tres grandes momentos: *optimismo* (del año 45 al 55), en donde hay un apoyo incondicional a la ciencia y tecnología; *aleria* (desde mediados de los años 50 hasta el 68), en donde salen a la luz pública los primeros desastres producidos por una tecnología fuera de control; *reacción* (desde el 69 hasta el 95), en donde hay una respuesta académica y administrativa de dicha preocupación por la ciencia y tecnología.

and Health Administration –OSHA– fundada en 1970, y la Office of Technology Assessment –OTA– en 1972. En Alemania, Suiza, Dinamarca, Holanda y otros países de Europa Central, además de la respuesta institucional, también los grupos ecologistas se convirtieron en nuevas fuerzas políticas e institucionales.

Esta protesta social fue canalizada en los espacios académicos de las universidades, tanto norteamericanas como europeas, incluso latinoamericanas, tal como se desprende, por ejemplo, del trabajo de Sábato y Botana (1968) al sur del continente, en la óptica por buscar un espacio de desarrollo tecnológico más adecuado para los países latinoamericanos. Es en las universidades donde propiamente surgen los movimientos académicos que vamos a conocer como Estudios Sociales de la Ciencia o Estudios CTS. Se considera entonces que de la movilización social, a través de la protesta por el desarrollo científico y tecnológico, se pasó hacia una preocupación académica para entender el complejo fenómeno de la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Las dos tradiciones de los estudios CTS

Desde los años setenta se generaron dos grandes tradiciones en los estudios CTS, europea y americana, irónicamente denominadas como Alta y Baja Iglesia por el investigador Steve Fuller (1992). La primera de ellas se preocupó desde el inicio por los orígenes epistemológicos y sociales del conocimiento, como reacción a la tradicional filosofía positivista de la ciencia, la cual se centraba únicamente en los aspectos epistémicos de las teorías, sin mayor articulación con el campo social. Esta línea fue cultivada principalmente en Europa y tuvo como sede inicial la Universidad de Edimburgo; su preocupación fundamental era el estudio de la naturaleza social de la ciencia. Sus principales fuentes de inspiración se basaban, además de la sociología clásica del conocimiento, en una interpretación radical de la obra de Thomas Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (1962). Esta línea, con mayor enfoque disciplinar, recuperaba la noción historicista al considerar que la ciencia sería ante todo un asunto de consenso de una comunidad de investigadores que comparten un paradigma que cambia históricamente. Otras raíces filosóficas y antropológicas de esta tradición señalaban que el significado de los pensamientos y de los actos se integraban siempre en un contexto cultural.

La segunda tradición, de origen norteamericano, estuvo centrada en las consecuencias del conocimiento científico y tecnológico en los diferentes espacios de la sociedad. Con un carácter más interdisciplinario, sus campos de acción han sido la ética, la educación y la política pública, principalmente. La historia de esta tradición no parte de la obra de Thomas Kuhn, sino de los movimientos

sociales y ecologistas de la década de los años sesenta, y de pensadores como Jacques Ellul, que se concentraba en la crítica a la autonomía de la tecnología a partir de su clásica obra *El Siglo XX y la Técnica* (1954), y de los trabajos del historiador de la tecnología Lewis Mumford a partir de su destacada obra *Técnica y Civilización* (1934).

Mencionemos algunos de los temas de interés de esta tradición ya que no serán comentados en este artículo (con base en González, 2004). Tenemos, en primer lugar, *cuestiones filosóficas e históricas* alrededor de temas como la autonomía tecnológica y el problema del determinismo tecnológico. Se trata de la reflexión sobre la capacidad humana para tomar decisiones sobre los entramados socio-tecnológicos, a diferencia de la postura determinista que considera prácticamente nula la capacidad de intervención humana, en tanto no sea la adaptación de las estructuras sociales a las estructuras técnicas (Ellul, 1954). Otros temas de interés de esta tradición, tienen que ver con la explicación acerca del modo en que el mundo se nos presenta a través de artefactos tecnológicos y cómo nuestra experiencia y nuestra imagen son transformadas por estas mediaciones; se trata de trabajos de análisis fenomenológico de la tecnología, algunos de ellos llevados a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Ihde, 2002). También se incluyen, en esta línea, las cuestiones éticas de las tecnologías contemporáneas o los interrogantes éticos planteados por desarrollos científicos o tecnológicos particulares (Mitcham, 1989, 1994, 2001), los cuales incluyen aspectos como la reglamentación ética y jurídica de la actividad científica a partir de la pluralidad de valores y fines presentes en ella (Agazzi, 1992). Igualmente se han abordado cuestiones éticas sobre temas relacionados con la comunicación y percepción pública de la ciencia, la bioética y el papel del asesoramiento experto en controversias científico-tecnológicas.

Dentro de esta tradición podemos igualmente encontrar trabajos sobre *política científica y tecnológica*. Esta línea se relaciona con la crítica política acerca del uso de la ciencia al servicio de injusticias y desigualdades, así como la crítica acerca de la explicación de los comportamientos sociales que recurren al determinismo biológico. En esta línea se pueden incluir las críticas feministas a las tecnologías reproductivas y la naturalización de la inferioridad de las mujeres, entre otros aspectos –véase los trabajos sobre las cuestiones de género en ciencia en autoras como Marta González y Eulalia Pérez, en la Biblioteca Digital de la OEI. De igual manera, la crítica política de los ecologistas a los riesgos sobre cuestiones ambientales y de la biotecnología (Beck, 1986). Otras cuestiones, como la crítica propuesta por Langdon Winner (1977, 1983, 2001), hacen referencia al carácter inherentemente político que involucran los artefactos y los sistemas tecnológicos.

También dentro de la crítica política podemos incluir *a las cuestiones relacionadas con la participación pública*. En esta línea se identifican los trabajos sobre evaluación de tecnologías, con gran desarrollo en Holanda (Rip, *et al.*, 1995), democratización de la política científica y tecnológica, y los temas de percepción y gestión del riesgo –véase en Iberoamérica los trabajos de López y Luján (2000), entre otros.

El análisis de los *sistemas tecnológicos* también ha sido muy recurrente en esta tradición. En este caso, se presta particular atención a la interrelación entre factores sociales, tecnológicos y organizativos alrededor de innovaciones tecnológicas que terminan generando un vasto sistema, como por ejemplo el sistema tecnológico de la energía eléctrica (Hughes, 1983).

Para finalizar con este apartado, hay que advertir respecto de esta presentación general de ambas tradiciones, que hoy día no tiene mucho sentido diferenciar los trabajos desde una u otra tradición. Se producen contribuciones en los mismos campos a lado y lado del Atlántico, incluso en Latinoamérica. Hemos recurrido a esta distinción con el único propósito de presentar, de forma muy esquemática y con grandes simplificaciones, las rutas académicas de los estudios CTS.

El análisis sobre la naturaleza social del conocimiento científico y tecnológico

El análisis del modo en que los diversos factores sociales y culturales influyen o participan en la producción y el cambio científico y tecnológico, intenta explorar las conexiones causales entre el contenido del conocimiento, y los factores sociales. Al respecto se han propuesto tres grandes enfoques (González, 2004), como son: el macrosocial, el mesosocial y microsocial. Veamos cada uno de éstos, ampliando en cada caso lo que nos parece relevante para la comprensión general de los temas CTS.

Los enfoques macrosociales

Estos enfoques dieron origen a los estudios CTS como campo académico. El punto de partida se sitúa en la Universidad de Edimburgo, con lo que se conoce como Programa Fuerte (Strong Programme), tal como lo anunciaba David Bloor (1971). Sus trabajos pioneros buscaron introducir el análisis de los factores sociales globales, como por ejemplo, las clases sociales, las ideologías, los prejuicios raciales, etc.; factores que eran considerados como la génesis de las afirmaciones de conocimiento. Académicamente se trataba de un programa fundador de un tipo de sociología del conocimiento científico, distinta a la sociología clásica que no consideraba a la ciencia como objeto de investigación empírica. Ahora, en cambio, la ciencia era considerada en sí misma como un proceso social. Al

recoger las tesis de Kuhn, entre otras fuentes, la ciencia pasaba a ser objeto de análisis en contextos específicos, en donde las comunidades académicas producían su noción de verdad científica. De este modo, la ciencia constituiría un tipo de conocimiento a partir de creencias justificadamente verdaderas, en lugar de estar definida a partir de creencias verdaderas en sí mismas, lo que conllevaría a contextualizar y relativizar las afirmaciones de conocimiento que forman las teorías científicas aceptadas.

El método de análisis del Programa Fuerte, señala el mismo Bloor, debe tener en cuenta cuatro reglas heurísticas, como son:

1. Debe ser causal, es decir, ocuparse de las condiciones que dan lugar a las creencias o a los estados de conocimiento. Naturalmente, habrá otros tipos de causas además de las sociales que contribuyen a dar lugar a una creencia.
2. Debe ser imparcial con respecto a la verdad y falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Ambos lados de estas dicotomías exigen explicación.
3. Debe ser simétrica en su estilo de explicación. Los mismos tipos de causas deben explicar, digamos, las creencias falsas y las verdaderas.
4. Debe ser reflexiva. En principio, sus patrones de explicación deberían ser aplicables a la sociología misma [...] (Bloor, 1971: Pág. 38).

Con el Programa Fuerte también se inaugura una tradición que ha acompañado los estudios CTS desde todas las tendencias y áreas de intervención. Se trata de la producción de estudios de caso que permitan ir construyendo diversas formas de análisis sobre la relación entre el conocimiento y la sociedad. En el Programa Fuerte, los estudios de caso más citados son los trabajos de Shapin (1979) sobre la anatomía cerebral del siglo XIX; de MacKenzie (1981) sobre el desarrollo de la estadística; de Pickering (1984) sobre los quarks; de Shapin y Schaffer (1985) sobre la controversia Hobbes-Boyle; de Collins (1990) sobre inteligencia artificial, etc.

Los enfoques mesosociales

La sociología del conocimiento científico tuvo una rápida evolución hacia un enfoque constructivista social, al enfatizar en el análisis de los factores sociales sobre las negociaciones entre los actores involucrados en el proceso de producción del conocimiento científico. Se trataba del estudio de las controversias particulares, tanto de la ciencia como de la tecnología. En esta línea se inscribe

el Programa EPOR o Programa Empírico del Relativismo, para el estudio de las controversias científicas, con trabajos como los de Harry Collins (1983, 1993); así como el Programa de Construcción Social de la Ciencia y la Tecnología SCOST, desarrollado desde mediados de los años 80 por Pinch y Bijker (1984).

El Programa EPOR se concentra en los cambios científicos, a partir del análisis de las controversias del grupo nuclear de expertos especialistas en el área científica en cuestión. El método de trabajo, parte de tomar un grupo de investigadores como unidad mínima de análisis, así como sus diferentes laboratorios e instituciones relacionadas. Las controversias surgen en las relaciones del grupo nuclear con el ambiente científico y social. Para el análisis de las controversias, sugiere Collins (1983) para el Programa EPOR, se deben tener en cuenta ciertas etapas, como son:

1. La primera etapa consiste en documentar la flexibilidad interpretativa de los resultados experimentales, es decir, recopilar y analizar el papel que juegan los datos experimentales en la práctica científica y el papel que juegan las piezas clave que contribuyen a la certeza científica; en principio, se considera que los resultados científicos están abiertos a más de una interpretación.
2. La segunda etapa se ocupa de cómo se clausuran los debates, posibilitados por la ilimitada flexibilidad interpretativa de los datos; tales mecanismos de clausura incluyen diversos recursos retóricos, expositivos e institucionales, que trabajan conjuntamente en un contexto de plausibilidad y de otras fuerzas de consenso.
3. La tercera etapa relacionaría los mecanismos de clausura con la estructura política y social en sentido amplio, con ello se busca asegurar la estabilidad en la ciencia, al tiempo que permite identificar cambios a gran escala. Se ha visto que los intereses políticos pueden modelar las formas que tienen los científicos de ver el mundo natural.

En el caso del constructivismo social de la tecnología, heredero del Programa EPOR, se considera que la tecnología se configura igualmente a través de un proceso de interacción entre las percepciones de los grupos sociales relevantes. En otras palabras, no existe desarrollo tecnológico por fuera de la percepción por tales grupos. Este enfoque elimina la distinción entre factores tecnológicos y contextuales, al considerar el desarrollo tecnológico como un proceso enteramente social.

Pinch y Bijker (1984), fundadores de este enfoque, buscan explicar la innovación a partir de controversias tecnológicas entre grupos sociales relevantes. Los procesos de desarrollo de un artefacto son descritos como una alternación de variación y selección: algunas variantes “perecen” mientras que otras “sobreviven”, como en la selección natural de las especies. Pero a diferencia de la evolución biológica, la producción de variación no es ciega, por lo que se le ha denominado “cuasi-evolutiva”. Se usa el concepto de grupo social relevante para denotar instituciones y organizaciones, así como grupos de individuos organizados y no organizados. Con este enfoque hay que describir muy bien los grupos sociales relevantes, sin esto no se puede dar una explicación del proceso de desarrollo. Para decidir cuál grupo social es relevante, primero hay que investigar el significado que tiene el artefacto para los miembros del grupo social, obviamente el grupo de consumidores o usuarios del artefacto llenaría este requerimiento; pero también hay que tener en cuenta grupos menos obvios que puedan ser incluidos. Se trata de una heterogeneidad de grupos, divididos según sus intereses respecto del significado dado al artefacto en cuestión.

Hay un ejemplo clásico de este enfoque a partir del análisis sobre la historia de la bicicleta (Pinch y Bijker, 1984). En este caso, los grupos sociales relevantes fueron diversos, incluidos los anticiclistas (que los hubo, bajo formas burlescas). Entre el grupo de ciclistas se puede distinguir un grupo de mujeres; pese a que los triciclos eran las máquinas que estaban permitidas para la mujer, los ingenieros productores de bicicletas anticiparon la importancia de la mujer como potencial ciclista. Otro grupo social lo conformaban hombres jóvenes que podían ser profesionales, oficinistas, maestros de escuela, entre otros; para este grupo, la función de la bicicleta era principalmente alrededor del deporte. Luego de identificar los grupos sociales relevantes, hay que considerar los problemas que cada grupo social tenía sobre el diseño de la bicicleta. Algunos de los problemas, fueron: conflictos de requerimiento técnico, por ejemplo, el requerimiento de velocidad y el de la seguridad; conflictos morales, por ejemplo, las mujeres eran criticadas al vestir faldas o pantalones y montar en bicicletas de altas ruedas. Al respecto se plantearon varias soluciones a esos conflictos, soluciones no sólo de tipo tecnológico, también judiciales y morales, como cambiar de actitudes acerca de que las mujeres pudieran llevar pantalones.

La metodología implica seguir el proceso de desarrollo del artefacto para ver crecer su grado de estabilización. Este proceso inaugura el segundo momento en el proceso de la construcción social de la tecnología. Aquí, la estabilización se produce en función de la conciencia de los miembros del grupo social, además de la estabilización económica que indica la existencia del artefacto en el mercado.

Con el concepto de estabilización, la invención de la “bicicleta segura” no fue un evento aislado, fue un proceso de diecinueve años, entre 1879 a 1898. Al comienzo de este periodo, los grupos relevantes no vieron el prototipo de “bicicleta segura” para un amplio rango de bici y triciclos. Pero al final del periodo, la frase “bicicleta segura” denotaba una rueda baja, en contraste con los primeros modelos de ruedas muy altas –se partía del principio de que la longitud de los radios aportaba mayor velocidad angular–, con una cadena de transmisión en la parte trasera –y no adelante como en los primeros modelos–, una montura en forma de rombo y neumáticos con aire. Como resultado de la estabilización de este tipo de bicicleta, después de 1898, no se necesitaron especificar detalles: se daban por sentado como esenciales los “ingredientes” de la bicicleta segura.

Y es en este punto donde es posible hacer uso de otro concepto: la flexibilidad interpretativa para analizar los diferentes mecanismos de clausura que puedan jugar en la estabilización del artefacto. La flexibilidad interpretativa consiste en que los científicos obtienen diferentes interpretaciones sobre la naturaleza, por tanto no se provee de una sola vía para el debate científico. Este principio fue extendido a los artefactos tecnológicos, no sólo para su interpretación sino para su diseño (Pinch y Bijker, 1984: 40). Por tanto, no se trata del mejor diseño de un artefacto, se trata de tener en cuenta los distintos tipos de diseño. Respecto de la bicicleta, el neumático de aire (que inicialmente se creía que estorbaba para avanzar más rápido), representó la solución a los problemas de vibración y con ello se ganó velocidad. Desde 1896, la “bicicleta segura” (con neumático de aire), llegó a un alto grado de estabilización. Los grupos de mujeres y de personas mayores le dieron un significado adicional a la falta de seguridad, al mover hacia atrás la silla y dar al tenedor de la bicicleta una menor posición erecta.

Este mecanismo de clausura, por medios retóricos o por redefinición del problema, comprende la estabilización del aparato. La clausura en tecnología envuelve la estabilización de un artefacto y la desaparición de problemas. El mecanismo retórico implica que el grupo social relevante “vea” la solución del problema. En la tecnología, la publicidad puede jugar un papel importante al configurar el significado que un grupo social da a un artefacto. En este caso, se promocionaron bicicletas más seguras respecto de otras; la retórica de la seguridad movió considerablemente el conocimiento para que los ingenieros pensaran en esos problemas.

El tercer y último momento de este programa social construcionista corresponde a la relación del artefacto con un contexto más amplio. De lo que se trata en este caso, es de relacionar el contenido de los artefactos tecnológicos con un mayor medio sociopolítico. Las situaciones socioculturales y políticas de los

grupos relevantes involucran normas y valores, las cuales a su vez influyen en el significado dado al artefacto (Pinch y Bijker, 1984), tal como hemos visto con la noción aceptada de bicicleta segura.

En conclusión, la clave del estudio social de la tecnología es tomar en cuenta la flexibilidad interpretativa y el mecanismo de clausura, así como la noción del grupo social. Los constructivistas niegan que la tecnología se desarrolle independientemente de la sociedad, o que la tecnología siga a la ciencia, o a su propia lógica de desarrollo; los constructivistas sociales argumentan que el desarrollo tecnológico se forma por una amplia variedad de factores sociales, culturales, económicos y políticos. La naturaleza de la tecnología no se revela en un orden necesario o lógico, como en el llamado Modelo Lineal de Innovación.⁵ Los científicos e ingenieros consideran a la tecnología a partir de objetivos e intereses de los grupos humanos, teniendo en cuenta las teorías y conceptos; los ingenieros inventan y construyen cosas que encajan en contextos sociales y culturales específicos. Las tecnologías no son exitosas por una medida objetiva de su bondad o eficiencia, más bien, las tecnologías se asumen y se usan porque son percibidas para lograr propósitos humanos particulares y para mejorar un mundo social particular, además de los intereses de los grupos sociales (Johnson, 2005).

Los enfoques microsociales

Pero la nueva sociología del conocimiento científico desarrollada en Edimburgo y la Universidad de Bath, relacionada con el imperativo de buscar la explicación del contenido de la ciencia en su “contexto social”, resultaba insuficiente para algunos autores. En este caso, se argumentaba que el “contexto social” no tenía una fuerza explicativa real, y al contrario de lo que se defendía y practicaba en Edimburgo, no hacía falta salir de la propia ciencia para dar cuenta del hecho científico establecido (González, 2004). En este contexto, surgen los enfoques microsociales con autores como Bruno Latour y Steve Woolgar (1979), para los llamados Estudios de Laboratorio; y posteriormente el propio Latour (1991), Michel Callon y John Law (1982), entre otros autores, con la Teoría del Actor-Red. Veamos en particular esta última propuesta.

La teoría del Actor-Red busca integrar una teoría social acerca de la tecnología desde un recurso narrativo, que articule la relación de la tecnología con la sociedad y viceversa, tradicionalmente tratadas de manera separada; tejer ambos recursos

5 Se trata de un modelo que considera a toda innovación como producto de la investigación científica, en donde el desarrollo tecnológico sería la cadena de transmisión de dicho proceso para que en últimas beneficie a la sociedad. Este modelo no considera que el proceso es una trama múltiple y compleja, en donde la innovación puede empezar, por ejemplo, por los mismos usuarios.

narrativos, según Latour (1991), es posible gracias a la innovación. En la innovación hay mucha flexibilidad y negociación y está a merced de acontecimientos contingentes. En la innovación no habría un segmento difusiónista, en donde los otros funcionarían como contexto; en la innovación hay negociación entre segmentos y programas de acción. La contingencia o necesidad varía de acuerdo con la medida del segmento, que Latour (1991) no duda en llamar sintagma, y con la cantidad de sustituciones que más tarde soporta.

En una innovación el estado de la tecnología no se mantiene constante, por tanto es posible considerar una trayectoria de la innovación en donde todos los actores co-evolucionan, imponiéndose con ello una traducción móvil (Latour, 1991). Para tratar el conjunto de estas transformaciones Latour echa mano de una noción de declaración, de esta forma llega a la cadena de los declarantes y sus declaraciones. Declaración, según Latour (1991), es cualquier cosa lanzada, enviada o delegada por un enunciador. Algunas veces, declaración se refiere a una palabra, otras veces a una frase, a veces a un objeto, a un aparato y en ocasiones a una institución, es decir, puede involucrar asuntos no-humanos. La palabra “declaración”, no se refiere por tanto a la lingüística, como al “gradiente” que nos lleva de las palabras a las cosas y de las cosas a las palabras. Desde esta perspectiva, texto y contexto, contenido científico y técnico, y sociedad, constituyen una distinción arbitraria.

Es, pues, la noción de existencia la que se impone y no las intenciones o intereses. La “cadena” de los hablantes y sus declaraciones, como la “transformación” de los hablantes, comprende la asociación –como en un sintagma lingüístico– y la sustitución –o paradigma para los lingüistas. El origen de la enunciación es el “programa de acción”, sus oposiciones o dificultades para llevarlo a cabo serían el “anti-programa”.

La cadena –el sintagma– y su transformación –el paradigma–, comprende a los “actantes” –humanos y no-humanos– o grados de unión, los cuales no se dan por uniones físicas, emocionales o financieras, sino por la integración en cadenas. Para Latour (1991):

Un actante es una lista de respuestas a pruebas, una lista que, una vez estabilizada, se engancha al nombre de una cosa y a una sustancia. Esta sustancia actúa como sujeto para todos los predicados, en otras palabras se convierte en el origen de las acciones (Latour, 1991: 131).

Cuento más larga sea la lista, más activo será el actor. Cuantas más variaciones existan entre los actores a los que está unido, más polimorfo será nuestro actor.

Contrariamente, cuanto más corta sea la lista, menos importante será el actor. De ahí que la tecnología moderna sea más compleja que la técnica primitiva, la variación es de escala, de divergencia, más no son diferencias sustantivas.

Un actor o un actante se define por sus acciones, incluso se puede definir como una innovación. Todo lo que tenemos que hacer es cambiar nuestra perspectiva: en lugar de usar una innovación que pasa de actor en actor como punto de partida, debemos usar a uno de esos actores por cuyas “manos” pasan sucesivas versiones de la innovación. Aquí, de nuevo, la metáfora lingüística es utilizada. Un lingüista puede estudiar un sintagma, un grupo de elementos asociados en una sentencia con significado, o un único elemento en el marco de todas las sentencias significativas en que aparece, eso es concretamente un paradigma (Latour, 1991). En una cadena “socio-técnica” lo que cambia es el punto que decidimos mantener fijo.

Es la escala sociológica de humanos y no-humanos donde el juego contingente opera y funciona, y no la noción de lo real y lo posible definida por los humanos, propia de la epistemología. Para Latour (1991):

Lo real no es diferente de lo posible, lo irreal, lo realizable, lo deseable, lo utópico, lo absurdo, lo razonable o lo costoso. Todos estos adjetivos no son más que meras formas de describir puntos sucesivos a lo largo de una narración (1991: 125).

Esto significa para la tecnología, que la realidad no es un final, es una cadena, una continua extensión en el sintagma, en donde la macro-estructura de la sociedad está hecha del mismo material que la micro-estructura, especialmente en el caso de las innovaciones que se originan en un garaje y acaban en un mundo que incluye a todo garaje posible; o a la inversa, sistemas tecnológicos que empiezan como todo mundial y acaban en un vertedero. Insiste Latour, que este cambio de lo macro a lo micro y viceversa, es lo que deberíamos ser capaces de documentar. No se trata de una escala fija e inamovible y no es un trabajo del observador remediar el mundo socio-técnico.

Desde el punto de vista aquí propuesto por Latour, la explicación de una innovación no puede ser una retrospectiva, la innovación sólo puede brotar de la socio-lógica de los programas y los antiprogramas entre los actantes. Para Latour, los no-humanos –instrumentos, baterías, *chips* o cualquier otro componente tecnológico u objeto físico o natural– junto con los humanos, que en conjunto conforman los actantes, permiten recuperar el principio de simetría de los estu-

dios de la ciencia,⁶ el cual exige a los historiadores que juzguen equilibradamente los relatos de descubrimiento, midiendo con el mismo rasero a los sabios que se habían equivocado y a los sabios que habían tenido razón; pero no sólo a ellos, también a los vencedores y vencidos –racionales e irracionales–; es decir, a todos los grupos que construyen simultánea y simétricamente su realidad natural y su realidad social en el laboratorio.

La teoría del Actor-Red consiste, entonces, en seguir a los no-humanos en los laboratorios, en los experimentos, en las actuaciones, para poder restituir el conjunto de transformaciones que desarrollan en su relación con los humanos y las transformaciones que también producen en ellos. O como dice Latour (1999): como Pasteur hace sus microbios y como los microbios “hacen su Pasteur”. La red compuesta por actantes, permite llamar tecnología al momento en que los ensamblajes sociales ganan estabilidad alineando actores y observadores. La sociedad y la tecnología no son dos entidades ontológicamente distintas, sino más bien fases de la misma acción esencial.

Consideraciones finales

¿Qué lecciones podemos considerar de este panorama de estudios CTS? En principio, el mensaje que hemos querido presentar es el de un conjunto de propuestas que ofrece una comprensión más amplia sobre cómo se produce la actividad científica y tecnológica, qué papel juega la participación pública en la actividad científica y el desarrollo tecnológico, y hasta qué punto tenemos algún nivel de decisión en los procesos de producción y control social de la ciencia y la tecnología, entre otros muchos temas. El punto de partida de una formación crítica sobre la ciencia y la tecnología desde el enfoque en CTS surge con el cuestionamiento de la concepción tradicional de la ciencia. La definición de ciencia que reivindicaba un saber por excelencia para acceder a la verdad del mundo, dimensión abstracta falseada por la experiencia como resultado de un método objetivo, que iniciaba a su vez la cadena lineal de la innovación tecnológica, bajo la vigilancia individual de un código ético; tal definición, es puesta hoy día en cuestión.

Los estudios CTS recuperan, en primer lugar, la noción de campos disciplinarios y de prácticas materiales y cognitivas múltiples, bajo reglas epistemológicas, sociales, materiales y retóricas específicas, antes que un conjunto unificado y coherente llamado “ciencia” (Pestre, 1994). La reivindicación de las prácticas, los saber-hacer inherentes a las tradiciones técnicas y a las actividades científicas, en

6 Sobre la noción de simetría, véase: Bloor (1971).

los contextos institucionales de grupo y equipo, y por consiguiente a la historia de las organizaciones y los procesos de decisión política, señalan que no hay una única manera aceptada de resolver los problemas, y que una flexibilidad interpretativa se impone. Este giro señala también la importancia de los condicionantes externos y la cuestión de los intereses por los actores del conocimiento. Y algo aún más importante, abre la posibilidad de que los públicos no expertos consideren como suya la empresa científica. Pero la cuestión no consiste en entrar en los laboratorios y decirles a los científicos qué tienen que hacer, sino en acceder a *los despachos* contiguos donde se discuten y deciden los problemas y prioridades de investigación, y donde se establece la asignación de recursos. El desafío de nuestro tiempo es abrir esos despachos, esas comisiones, a la comprensión y la participación pública (García, *et al.*, 2001).

Y de otro lado, CTS cuestiona la tecnología concebida a partir de un enfoque lineal basado en la actividad científica, así como a la tecnología vista como expresión de una actividad artefactual, en donde la relación con la sociedad se basaría en el determinismo tecnológico. CTS propone, por el contrario, tener en cuenta a los grupos sociales en la producción de los objetos, procesos, y sistemas tecnológicos. Desde el enfoque en CTS, se considera que las tecnologías plasman intereses sociales, económicos y políticos de los diversos actores que participan en el diseño, desarrollo y financiación de una tecnología. Estos, entre muchos otros aspectos que se podrían citar, quizá pudieran ser un buen motivo para acceder a los estudios en Ciencia Tecnología y Sociedad.

Referencias

- Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2002). “El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias”, en: *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm> Traducción castellana del capítulo 1 del libro de M. A. Manassero, A. Vázquez y J. A. Acevedo. (2001). *Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat*, Palma: Conselleria d’Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Agazzi, E. (1992). *El bien, el Mal y la Ciencia. Las Dimensiones Éticas de la Empresa Científico-Tecnológica*, Madrid: Tecnos, 1996.
- Beck, U. (1986). *La sociedad del Riesgo*, Barcelona: Paidos, 1998.

- Bloor, D. (1971). *Conocimiento e Imaginario Social*, Barcelona: Gedisa, 1998.
- Callon, M. y Law, J. (1982). “De los Intereses y su Transformación, Enrolamiento y Contraenrolamiento”, en M. Doménech y F. J. Tirado. (1998), *Sociología Simétrica. Ensayos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Barcelona: Gedisa.
- Carson, R. (1962). *Primavera Silenciosa*, Barcelona: Crítica, 2001.
- Collins, H. (1983). “Un Programa Empírico de Relativismo en Sociología del Conocimiento Científico”, en M. González, J. A. López, y J. L. Luján (eds.). (1997), *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Barcelona: Ariel.
- Collins, H. M. (1990). *Artificial Experts: Social Knowledge and Intelligent Machines*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Collins, H. y Trevor, P. (1993). *El Golem. Lo que Todos Deberíamos Saber Acerca de la Ciencia*, Barcelona: Crítica, 1996.
- Cutcliffe, S. (1990). “CTS: Un Campo Interdisciplinar”, en M. Medina, y J. Sanmartín. (eds.). (1990), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios Interdisciplinares en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública*, Barcelona: Anthropos.
- Ellul, J. (1954). *El Siglo XX y la Técnica*, Barcelona: Labor, 1960.
- Fuller, S. (1992). “STS as a Social Movement: On the Purpose of Graduate Programs”, *Science, Technology and Society*, 92-93: 4-6.
- García, M. et al. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Aproximación Conceptual*, Madrid: OEI.
- González García, M. I., López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*, Madrid: Tecnos.
- González, M. (2004). “Principales Enfoques y Nuevas Aportaciones en los Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad”, en *Curso de Especialista en CTS+I*, OEI: Madrid.
- Hughes, T. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ihde, D. (2002). *Los Cuerpos en la Tecnología. Nuevas Tendencias: Nuevas Ideas Acerca de Nuestro Cuerpo*, Barcelona: Editorial UOC, 2004.
- Johnson, D. (2005). “Social Construction of Technology”, en Macmillan (Dir.). (2005), *Encyclopedia of Science, Technology, and Ethics*, USA: Macmillan.

- Jonas, H. (1979). *El Principio de Responsabilidad. Ensayo de una Ética para la Civilización Tecnológica*, Barcelona: Herder, 1995.
- Kuhn, T. S. (1962). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, México: F.C.E., 1985.
- Latour, B. y S. Woolgar (1979). *La Vida en el Laboratorio*, Madrid: Alianza Editorial.
- Latour, B. (1991), “La Tecnología es la Sociedad Hecha Para que Dure”, en: Doménech, M. y F.J. Tirado. (1998). *Sociología Simétrica, Ensayos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Barcelona: Gedisa.
- López Cerezo, J. A. y Luján J. L. (2000). *Ciencia y Política del Riesgo*, Madrid: Alianza Editorial.
- MacKenzie, D. (1981). *Statistics in Britain*, Edimburgo: Edinburgh University Press.
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?*, Barcelona: Anthropos.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking Through Technology*, Chicago: University of Chicago Press.
- Mitcham, C. (2001). “La Importancia de la Filosofía para la Ingeniería”, en J. A. López Cerezo, *et al.* (eds.), *Filosofía de la Tecnología*, Madrid: OEI.
- Mumford, L. (1934). *Técnica y Civilización*, Madrid: Alianza, 1971.
- Pestre, D. (1994). “Comment Écrit-On l'histoire des Sciences: Nouveaux Objets, Nouvelles Pratiques et Liens Avec l'histoire Culturelle et Sociale”, Paris: La Villette Seminaire, 4 Octobre 1994.
- Pickering, A. (1984). *Constructing Quarks*, Chicago: University of Chicago Press.
- Pinch, T. y W. E. Bijker (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. Reimpreso en: W. Bijker, Th. Hughes, y T. Pinch. (1987). *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Rip, A., T. Misa y J. Schot (eds.). (1995), *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*, Londres: Pinter.
- Sábato, J. y Botana, N. (1968). “La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Futuro de América Latina”, en INTAL, *Revista de la Integración*, Año 1, No.3, Argentina.

- Shapin, S. (1979). "The Politics of Observation, Cerebral Anatomy and Social Interests in the Edinburgh Phrenology Disputes", *Sociological Review Monograph*, 27: 139-178.
- Shapin, S. y Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the Air Pump*, Princeton: Princeton University Press.
- Waks, L. (1990). "Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Orígenes, Desarrollos Intelectuales y Desafíos Actuales", en M. Medina, y J. Sanmartín, J. (1990), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios Interdisciplinares en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Públicas*, Barcelona: Anthropos.
- Webler, Th. y Renn, O. (1995). "A Brief Primer on Participation: Philosophy and Practice", en O. Renn, Th. Webler y P. Wiedemann. (eds.). (1995), *Fairness and Competence in Citizen Participation*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Winner, L. (1977). *Tecnología Autónoma*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A. 1979.
- Winner, L. (1983). "¿Tienen Política los Artefactos?", en D. Mackenzie *et al.* (eds.), (1985), *The Social Shaping of Technology*, Philadelphia: Open University Press (versión Castellana de Mario Francisco Villa, para la OEI).
- Winner, L. (2001). "Dos Visiones de la Civilización Tecnológica", en, J. A. López Cerezo y J. M. Sánchez Ron (eds.). (2001), *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura*, Madrid, Biblioteca Nueva-OEI.

