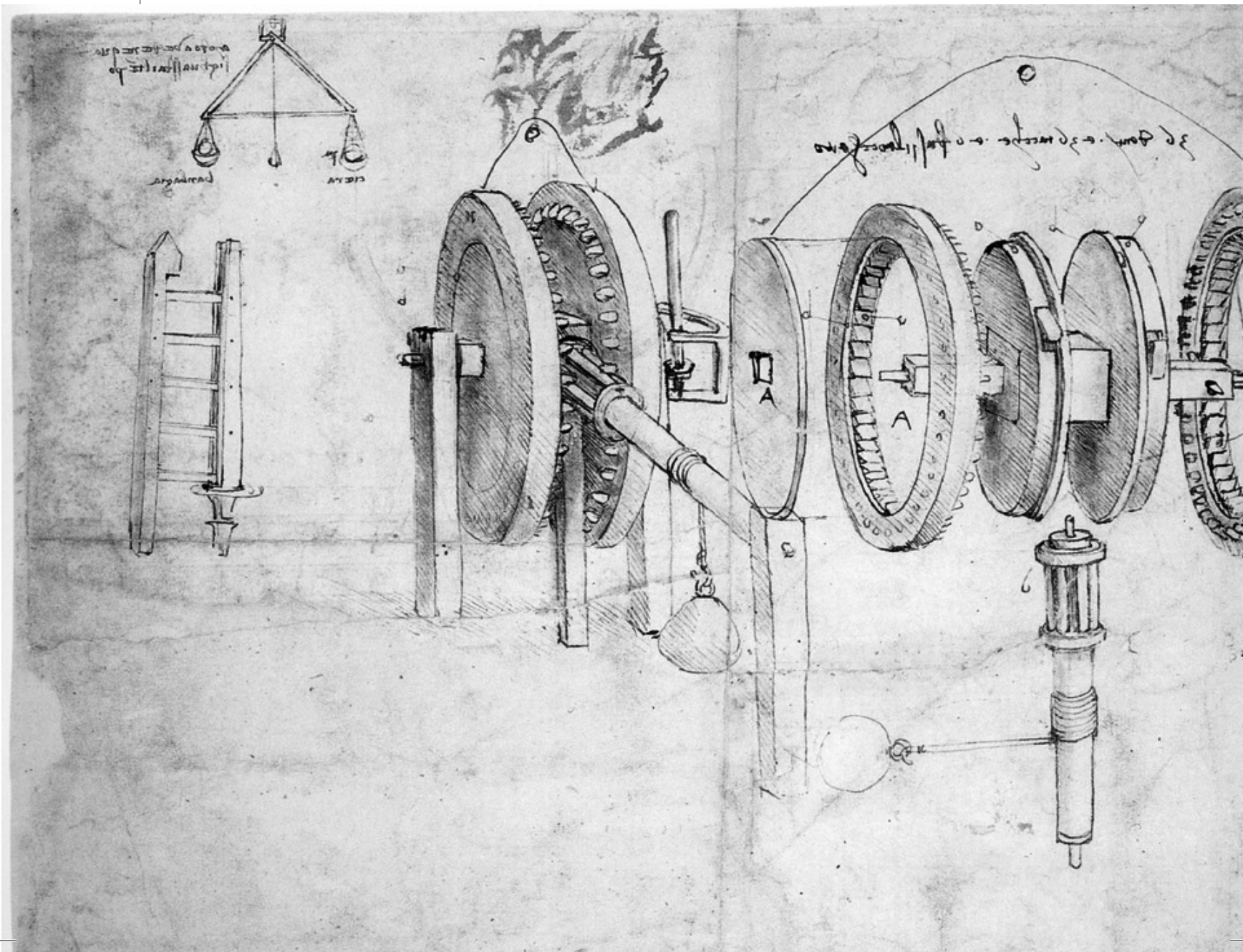


¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS?



JOSÉ ANTONIO ACEVEDO DÍAZ

Inspección de Educación. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.
Delegación Provincial de Huelva.
ja_acevedo@airtel.net

Resumen

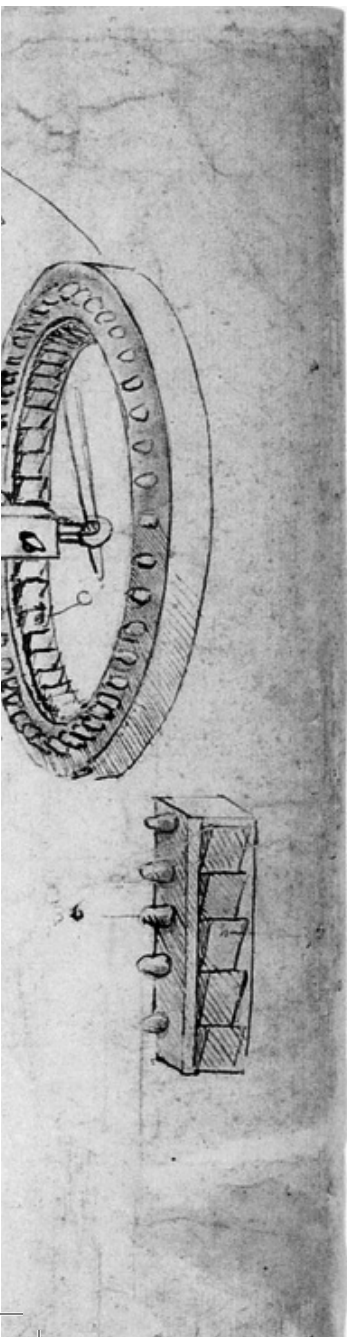
Uno de los múltiples objetivos de la educación tecnológica en el marco CTS es contribuir a la mejora de la comprensión pública de la naturaleza de la tecnología. En el artículo se hace hincapié en las posibilidades que tiene la Historia de la Tecnología en este tema aclarando e ilustrando las relaciones mutuas entre la sociedad y las innovaciones tecnológicas.

Palabras clave: Historia de la tecnología, Ciencia, Educación, CTS

Abstract

One of the many goals of technology education within CTS is to contribute to improving public understanding of the nature of technology. The article emphasizes the possibilities of the History of Technology in this area by clarifying and illustrating the articulation between society and technological innovations.

Keywords: History of technology, Science, Education, CTS



Tecnología versus Ciencia

“La ciencia moderna tiene poca importancia para la inmensa mayoría de las personas del mundo, incluso para las poblaciones de las naciones más avanzadas e industrializadas. [...] La ciencia y su esfuerzo por hacer progresar el conocimiento teórico no tienen prácticamente ningún efecto en la gente corriente de cualquier sitio”.

Esta declaración, deliberadamente provocativa, fue hecha por Storer (1966, citado por Layton, 1988) para manifestar que la técnica y la tecnología han sido responsables de muchas de las transformaciones sociales en mayor medida que la ciencia moderna. En cierto modo, treinta y cinco años después, la percepción de la realidad a principios del siglo XXI parece dar la razón a Storer. La mayoría de las personas viven hoy en día más en el marco de una cultura tecnológica que en el de una cultura científica. La vida cotidiana, tanto en el medio urbano como en el rural, el entorno del hogar y el espacio de trabajo está repleta de productos e instrumentos tecnológicos -además de numerosas tecnologías organizativas y simbólicas-, cuyo uso no suele resultar demasiado complicado porque no precisa conocer los principios científicos, ni tan siquiera los tecnológicos, que los sostienen. No obstante, manifestaciones como la de Storer contribuyen bastante poco a aclarar las complejas relaciones entre ciencia y tecnología.

Como acción transformadora la técnica es mucho más antigua que la ciencia. La habilidad para la técnica siempre representó una importante ventaja en la evolución humana, mientras que la capacidad para la ciencia resultaba irrelevante. La ciencia tuvo su origen en la Grecia Clásica, pero tal y como se acepta hoy en día es un fenómeno todavía más reciente, que puede datarse entre finales del XVI y comienzos del XVII. La tecnología entendida como técnica científicamente fundamentada es aún posterior; hasta la segunda mitad del XIX la ciencia no tuvo prácticamente ningún impacto importante sobre la técnica. Hacia finales del



siglo XIX, coincidiendo con la institucionalización y profesionalización de la actividad científica, gran parte de la ciencia del mundo occidental se apropia de la tecnología y la exhibe como producto de la denominada ciencia pura; esto es, se pretendió subordinar la tecnología a lo abstracto, mostrándola como el resultado tangible de un conocimiento científico superior. Sin duda, esta nueva situación no era ajena a la demanda que hacían los científicos académicos a la sociedad con el fin de conseguir más fondos y recursos para poder realizar sus investigaciones (Layton, 1988).

Posteriormente, en el siglo XX se multiplicaron las tecnologías basadas en la ciencia, llegando ésta a desempeñar un papel más importante en muchas innovaciones tecnológicas -entramado que suele conocerse como *tecnociencia*-; pero, aun así, la tecnología contemporánea no debería interpretarse como una simple muestra de la aplicación de los descubrimientos realizados por los científicos (Basalla, 1988). En las sociedades modernas las conexiones entre ciencia y tecnología no son jerárquicas sino sistémicas y muy complejas.

La práctica tecnológica se ha ido haciendo más científica, no sólo por los conocimientos que le proporciona la ciencia sino, sobre todo, por haber incorporado de un modo cada vez más consciente y extendido una metodología más sistemática. Del mismo modo, la ciencia está cada vez más ligada a los intereses tecnológicos (Acevedo, 1997) y también ha desplazado poco a poco su modo de hacer y su organización desde los típicamente académicos hasta los característicos de los laboratorios industriales y gubernamentales; esto es, la práctica científica se ha hecho también más tecnológica. Como ha hecho notar Ziman (1984), actualmente todas las tecnologías tienden a generar sus propias ciencias; al mismo tiempo, es difícil encontrar algún campo de conocimientos que no sea examinado para determinar sus potenciales beneficios comerciales, por lo que todas las ciencias que aún no lo han hecho se encuentran en vía de dar lugar a sus respectivas tecnologías. No obstante, aunque hoy



en día la relación entre la ciencia y la tecnología sea bastante extensa en numerosos casos, todavía hay muchos más donde la interacción es menos intensa de la que suele darse entre la nueva y la vieja tecnologías (Price, 1972); la mayoría de estas novedades tecnológicas derivan, en lo fundamental, evolutivamente de inventos anteriores (Basalla, 1988).

En este trabajo se pretende dar claves para mejorar la comprensión pública de la naturaleza de la tecnología -una de las finalidades de la educación tecnológica desde una perspectiva CTS-, utilizando como recurso la Historia de la Tecnología que, según intentaremos mostrar, puede aportar valiosos elementos para aclarar e ilustrar las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Por razones de espacio nos centraremos solamente en la influencia social sobre la evolución de la técnica y la tecnología.

El modelo lineal de las relaciones CTS

La imagen popularmente más divulgada de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad sigue un modelo lineal, de sentido único y jerárquico, que tiene como punto de partida la adquisición científica de conocimientos básicos sobre la naturaleza, los cuales se aplican después de manera racional y lógica en la construcción de tecnologías que son utilizadas posteriormente por la sociedad. Desde luego, este modelo no refleja la complejidad de las interacciones CTS, ni desde un punto de vista epistemológico, ni como descripción histórica, ni mucho menos como explicación de la emergencia de las innovaciones tecnológicas y los problemas que se derivan.

El modelo lineal se apoya en la diferenciación jerárquica entre el conocimiento teórico y el saber práctico y operativo, que a menudo se considera solamente un conjunto de habilidades y conocimientos precientíficos. La creencia de que la tecnología está subordinada a la ciencia se ha deslizado incluso en afamados proyectos de enseñanza CTS. Así, por ejemplo, en las primeras versiones del SATIS (*Science and Technology in*

Society), conocido conjunto de materiales curriculares CTS muy utilizado en el Reino Unido, la tecnología se describe como el proceso por el que se hace posible la aplicación de la ciencia para satisfacer las necesidades humanas. El mensaje está claro: la tecnología se considera sinónima de ciencia aplicada. Al mismo tiempo, en correlación con el carácter autónomo del pensamiento teórico, en el modelo también se supone la disociación entre la acción técnica y la práctica social. Detrás de esta visión subyace la tesis del determinismo tecnológico; esto es, la idea de que la introducción de nuevas tecnologías es la causa de los demás cambios.

Coherentemente con este punto de vista, la perspectiva que ha venido dominando la Historia de la Tecnología (p.ej., la obra de Derry y Williams, 1960) se ha centrado habitualmente en la historia de instrumentos, herramientas y máquinas, con una visión acumulativa y lineal en la que unos artefactos más eficientes van reemplazando a otros. Desde este punto de vista todo desarrollo tecnológico se interpreta retrospectivamente desde el presente, siguiendo las pautas de una especie de “causa futura” y considerando que se produce siempre bajo el criterio de una mayor eficiencia; de otra forma, el progreso supone el paso de los objetos y sistemas tecnológicos de un estado a otro más complejo y eficaz. Esta forma de ver las cosas da legitimidad tanto al imperativo tecnológico -al ser ciencia aplicada, la tecnología en sí misma es tan neutral como la propia ciencia y, en consecuencia, todo aquello que técnicamente pueda hacerse hay que realizarlo, correspondiendo después a la sociedad su correcta aplicación-, como a la autonomía de la tecnología respecto a la sociedad -las innovaciones tecnológicas son producidas por los expertos y, por consiguiente, solamente ellos están capacitados para evaluarlas con pericia -.

Las innovaciones tecnológicas desde una perspectiva social

Frente a la concepción lineal y acumulativa del cambio tecnológico hay que contraponer su carácter sistémico y complejo, así como el hecho de que las

innovaciones tecnológicas no se producen por completo y de inmediato, sino de modo parcial y mediante negociaciones y adaptaciones a los intereses existentes -una de las características señaladas por Gilbert (1995) para una visión alternativa de la tecnología que pudiera resultar más compatible con un desarrollo sostenible-. El éxito de una tecnología no es una cuestión que pueda resolverse exclusivamente con ciencia, técnica e instrumentación, sino que también tiene mucho que ver con juicios emitidos por grupos sociales diversos. Para comprender cómo se aceptan determinadas innovaciones tecnológicas mientras que otras experimentan un cierto retraso -p.ej., la tecnología eléctrica en la Inglaterra de 1890- es necesario considerar la tecnología como un sistema interrelacionado de conocimientos, artefactos, destrezas y habilidades, recursos naturales, estimaciones económicas, valores y acuerdos sociales, preferencias culturales y estéticas, etc.; esto es, como un entramado sociotécnico.

Nos suelen presentar una historia de las innovaciones tecnológicas que se reconstruye de manera lineal siguiendo una sucesión de éxitos; sin embargo, al principio dichas innovaciones están abiertas a más de una interpretación, ya que las personas pueden percibir el mismo tipo de artefactos con fines distintos. Esta flexibilidad interpretativa, que es un concepto sustancial para comprender cómo se construyen socialmente las tecnologías, no se refiere únicamente a los múltiples significados que los diferentes grupos sociales interesados en la innovación pueden dar a los artefactos o sistemas tecnológicos y a sus usos, sino también a las distintas formas de concebir su diseño. Como consecuencia de esta flexibilidad, también varían los requisitos técnicos puestos en juego y la manera de entender su eficacia y su eficiencia. El desarrollo sociotécnico de una innovación tecnológica es pues el resultado del enfrentamiento entre estrategias diversas. Las controversias terminan con cambios en el diseño o bien traduciendo el significado de algunos componentes -a veces del conjunto completo - como resultado de la dinámica de los problemas planteados por los diversos grupos sociales relevantes.

El siguiente ejemplo puede servir para ilustrar lo que acabamos de señalar. En un estudio sobre el desarrollo de la bicicleta moderna en la Inglaterra del siglo XIX, Pinch y Bijker (1984/1987) encontraron una gran variedad de grupos sociales que tenían diferentes necesidades en relación con un vehículo de dos ruedas movido por energía humana. Había personas que deseaban velocidad, otras pedían seguridad, algunas querían más comodidad... Esos intereses diversos se expresaron como un conjunto de problemas técnicos con una amplia variedad de soluciones posibles en el diseño del artefacto. Así, para algunos la introducción del neumático en la bicicleta fue percibida como una solución al problema de las vibraciones, sobre todo en los bicis con ruedas bajas; pero esto no era un problema grave para los jóvenes más deportistas porque utilizaban velocípedos de rueda alta. Además, durante un tiempo, el neumático fue considerado antiestético y ridículo por la mayoría de las personas, mientras que para muchos ingenieros su utilización suponía problemas técnicos de deslizamiento y de mantenimiento de la presión. Sin embargo, posteriormente fue aceptado cuando su significado se tradujo percibiéndose como una solución viable al problema del aumento de la rapidez del vehículo. Otro elemento sociotécnico que influyó en el desarrollo del diseño de la bicicleta fue la consideración de las mujeres como grupo social relevante, tanto desde el punto de vista de la seguridad en la conducción como desde la óptica de la moral ciudadana.

Los procesos de desarrollo tecnológico se consiguen cerrar cuando se logra alcanzar un acuerdo sobre lo que es el objeto tecnológico. Ciertos grupos de personas aceptaron la moderna bicicleta con neumáticos y frenos de zapata porque era rápida y estable, mientras que a otros les gustaba porque su conducción tenía menos riesgos que sus predecesores. Cuando se logra el consenso cesan los procesos fundamentales de innovación, consiguiéndose la estabilización del entramado sociotécnico y la desaparición de los problemas planteados, al menos provisionalmente hasta que se produzca otra definición de significados

y requisitos técnicos, lo que supondrá una nueva correlación de fuerzas. En definitiva, el diseño de una innovación tecnológica refleja al mismo tiempo una variedad de restricciones técnicas previas y un determinado conjunto de valores que manifiestan una manera particular de ver las cosas. Tal y como Staudenmaier (1985) afirma:

“[...] La característica fundamental de la tecnología consiste en las tensiones históricamente específicas entre el significado de los conceptos puestos en juego, los contextos sociales en donde se producen y las limitaciones materiales”.

En otro trabajo posterior Bijker (1987) desarrolla aún más muchos de los conceptos puestos en juego en el estudio sobre la evolución de la bicicleta e introduce otros significativos como el de marco tecnológico. En este nuevo artículo se aborda el desarrollo sociotécnico de los plásticos naturales y artificiales hasta llegar al auge de la baquelita -patentada en 1907 por Baekeland, pero que no fue aceptada como material propio hasta finales de los años treinta-, pasando por el celuloide.

Otro caso paradigmático es el de la disposición QWERTY de las teclas de ordenadores, heredada de sus predecesoras, las máquinas de escribir. Frente a otras alternativas más racionales y eficientes, como el diseño DSK (*Dvorak Simplified Keyboard*; en español *Teclado Simplificado Dvorak*) realizado en 1932 por Dvorak, el teclado QWERTY resultó definitivamente triunfante en un fascinante episodio de la Historia de la Tecnología (David, 1986; Gould, 1993/1994). Un ejemplo similar más reciente es la pugna entre los sistemas de vídeo beta -ya en desuso- y VHS.

Implicaciones para la enseñanza sobre la tecnología

La enseñanza sobre la tecnología aborda sus aspectos sociales, especialmente los organizativos e ideológicos (Gilbert, 1992). Esta perspectiva también es necesaria para entender mejor cómo se producen y se desarrollan socialmente las innovaciones tecnológicas y qué

impactos provocan en la sociedad. Para ello se puede acudir a los *issues* -los controvertidos problemas sociales del mundo actual relacionados con la ciencia y la tecnología- y al análisis de casos históricos del desarrollo técnico y tecnológico -el estudio de la técnica y la tecnología en la historia-.

El enfoque IOS (*Issue-Oriented-Science*) de la educación CTS (Rosenthal, 1989; Acevedo y Acevedo, 2001), centrado en cuestiones científicas y tecnológicas relevantes que afectan a la sociedad, suele ser adecuado para motivar a los alumnos porque conecta más fácilmente con sus intereses (Acevedo, 1996b; Gilbert, 1995; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001). Los cambios sociales propiciados por la ciencia moderna y la tecnología contemporánea, si bien son difíciles de predecir, desempeñan un papel relevante en la enseñanza sobre la tecnología, ayudando a comprender cómo ésta afecta a nuestras vidas. Sin embargo, aunque atractivos por su actualidad, a menudo no permiten dar una visión completa y equilibrada de la tecnología (Solomon, 1995), porque no es posible disponer de suficiente perspectiva para el necesario análisis reflexivo, pudiendo llegar también a provocar posiciones antitecnológicas basadas en factores puramente emocionales y en el miedo a muchas innovaciones tecnológicas (Acevedo, 1996a).

Por otro lado, aunque la enseñanza de la tecnología en la educación CTS no puede reducirse a un discurso sobre el pasado, que podría entusiasmar muy poco a los alumnos de hoy en día, la Historia de la Tecnología, utilizada con sabiduría, es capaz de aportar importantes claves socioculturales al estudio de la tecnología. Sin embargo, no se trataría tanto de que los alumnos aprendieran Historia de la Tecnología, sino de aprovechar el recurso de los casos históricos para enseñar a los estudiantes dimensiones notables del desarrollo de las innovaciones tecnológicas que contribuyan a una mejor comprensión de la naturaleza de la tecnología.

Como hemos mostrado en este trabajo, el análisis de casos históricos bien seleccionados serviría para

ejemplificar la presencia de factores sociales de todo tipo en el desarrollo técnico y la innovación tecnológica, así como para superar las creencias epistemológicas, históricas y evaluativas que sostienen el modelo lineal, de sentido único y jerárquico de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. De acuerdo con lo expresado por Solomon (1995), también podría contribuir a desmitificar la noción actual de tecnología y a calmar el exacerbado miedo que muchos sienten ante la tecnología contemporánea, ilustrando cómo cualquier innovación técnica anterior, por simple y poco peligrosa que ahora nos parezca, ha estado siempre acompañada por el riesgo.

Al igual que Hefesto -el dios griego del fuego y la metalurgia que tenía una pronunciada cojera-, la tecnología nos muestra sus dos aspectos, que son como las dos caras de Jano. Los ciudadanos del siglo XXI tienen que alcanzar una formación tecnológica que les permita comprender esta ambivalencia; esto es, tienen que ser capaces de entender al dios y a su cojera. La Historia de la Tecnología puede ayudarnos a conseguir este propósito.

NOTAS

1 Ésta es una segunda versión, con añadidos, correcciones de estilo y actualizada en sus referencias bibliográficas, del artículo publicado originalmente con el título "Cómo puede contribuir la Historia de la Técnica y de la Tecnología a la educación CTS" en R. Jiménez y A. Wamba, Eds. (1997): *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 287-292. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. Agradezco al Director del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva su autorización para publicar la nueva versión digital en la Sala de Lecturas CTS+I de la OEI.

REFERENCIAS

- ACEVEDO, J.A. (1996a). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26, 131-144.
- ACEVEDO, J.A. (1996b). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.
- ACEVEDO, J.A. (1997). ¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología. *Revista Española de Física*, 11(2), 8-11.
- ACEVEDO, P. Y ACEVEDO, J.A. (2001). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. Documento enviado para su publicación.
- BASALLA, G. (1988). *The evolution of technology*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción de J. Vigil (1991): *La evolución de la tecnología*. Barcelona: Crítica.
- BIJKER, W.E. (1987). The social Construction of Bakelite: Toward a Theory of Invention. En W.E. Bijker, T.P. Hughes y T. Pinch (Eds.): *The social construction of Technological Systems. New directions in the Sociology and History of Technology*, pp. 159-187. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción española de M.F. Villa (1997): La construcción social de la baquelita: hacia una teoría de la invención. En M.I. González-García, J.A. López-Cerezo y J.L. Luján (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Lecturas seleccionadas*, pp. 103-129. Barcelona: Ariel.
- DAVID, P.A. (1986). Understanding the Economics of QWERTY: The Necessity of History. En W.N. Parker (Ed.): *Economic History and the Modern Economist*, pp. 30-49. New York: Basil Blackwell. Versión electrónica: <<http://cei.umkc.edu/Institutional/Readings/David/qwerty.htm>>.
- DERRY, T.K. y Williams, T.I. (1960). *A short history of technology. From the earliest times to A.D. 1900*. Oxford: Clarendon Press. Traducción de C. Caranci et al. (1977): *Historia de la tecnología*. Madrid: Siglo XXI.
- GILBERT, J.K. (1992). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 563-578.
- GILBERT, J.K. (1995). Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 15-24.
- GOULD, S.J. (1994). El pulgar del panda de la tecnología. En S.J. Gould: *"Brontosaurus" y la nalga del ministro. Reflexiones sobre historia natural*, capítulo 4, pp. 57-71. Barcelona: RBA Editores. [Primera edición en español, Barcelona: Crítica, pp. 54-69, 1993].
- LAYTON, D. (1988). Revaluing the T in STS. *International Journal of Science Education*, 10(4), 367-378.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. Y ACEVEDO, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- PINCH, T.J. Y BIJKER, W.E. (1984): The social construction of facts and artifacts: or how the Sociology of Science and Sociology of Technology might benefit each other. *Social Studies of Science*, 14, 399-441. Reproducido también en W.E. Bijker, T. Hughes, y T.J. Pinch, Eds. (1987): *The social construction of Technological Systems. New directions in the Sociology and History of Technology*, pp. 17-50. Cambridge, MA: MIT Press.
- PRICE, D.J. DE SOLLÀ (1972). Science and technology: Distinctions and interrelationships. En R. Barnes (Ed.): *Sociology of science*, pp. 166-180. Harmondsworth: Penguin Books. Traducción de N.A. Míguez (1980): *Estudios sobre sociología de la ciencia*, pp. 163-177. Madrid: Alianza.
- ROSENTHAL, D.B. (1989). Two approaches to Science-Technology-Society (S-T-S) Education. *Science Education*, 73(5), 581-589.
- SOLOMON, J. (1995). El estudio de la Tecnología en la educación. *Alambique*, 3, 13-18.
- STAUDENMAIER, J. (1985). *Technology's Storytellers. Reweaving the Human Fabric*. Cambridge, MA: MIT Press.
- STORER N. (1966). *The Social System of Science*. New York: Holt, Rineheart & Winston.
- ZIMAN, J. (1984). *An introduction to science studies. The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción de J. Beltrán Ferrer (1986): *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Ariel.