

CULTURA CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI¹

Noemí Sanz Merino*

José Antonio López Cerezo**

SÍNTESIS: En este artículo abordamos la cuestión de cómo entender la cultura científica si queremos desarrollar un tipo de educación científica que sea socialmente provechosa en la presente sociedad del conocimiento. Para hacerlo, tomamos brevemente en consideración los contextos actuales de apropiación social de la ciencia y la tecnología desde el punto de vista de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Finalmente, ofrecemos nuestras propias consideraciones sobre cómo superar algunos retos que surgen a la hora de implementar la enseñanza de dicha cultura científica.

Palabras clave: cultura científica; ciencia, tecnología y sociedad (CTS); investigación, activismo y educación CTS.

CULTURA CIENTÍFICA PARA A EDUCAÇÃO DO SÉCULO XXI

SÍNTESE: Neste trabalho abordamos a questão de como devemos entender a «cultura científica» se queremos desenvolver um tipo de educação científica que seja socialmente proveitosa, dadas as circunstâncias da sociedade do conhecimento. Para fazê-lo, levamos em consideração os contextos atuais de apropriação social da ciência e da tecnologia, do ponto de vista dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Finalmente, oferecemos nossas próprias considerações sobre como superar alguns desafios que surgem na hora de implementar o ensino dessa cultura científica socialmente proveitosa.

Palavras-chave: Cultura científica; Ciência Tecnológica e Sociedade (CTS); pesquisa; ativismo; educação CTS.

¹ La elaboración de este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de investigación: «Políticas de la cultura científica» (MICIIN-12-FFI2011-24582), concedido en calidad de ip al segundo autor por el anterior Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

** Investigadora posdoctoral (Programa INNCORPORA - «Torres Quevedo» del Ministerio de Economía y Competitividad de España) en el departamento I+D de Innovaciones Sociosanitarias SL.

** Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Oviedo, así como coordinador académico de la red temática CTS+I de la OEI.

SCIENTIFIC CULTURE FOR EDUCATION IN THE TWENTY-FIRST CENTURY

ABSTRACT: In this paper we address the issue of how to understand the scientific culture if we want to develop a type of scientific education that is socially beneficial in today's knowledge society. To do this, we briefly consider the current contexts of social appropriation of science and technology, from the point of view of the studies of science, technology and society (CTS). Finally, we offer our own considerations on how to overcome some challenges that may arise when trying to implement the teaching of the scientific culture.

Keywords: scientific culture; science, technology and society (CTS); research, activism and education CTS.

1. PRESENTACIÓN

El protagonismo que en el discurso público tiene la conveniencia social y económica de una mejor cultura científica y tecnológica² entre la población nos invita a concretar las motivaciones actuales de esa insistencia, así como a identificar los retos que hoy hay que superar para conseguir una enculturación científica adecuadamente orientada. Habida cuenta de la variedad de contextos que al respecto podrían tenerse en cuenta, y considerando el tema concreto de este monográfico, con la presente aportación nos ocuparemos de ofrecer reflexiones y propuestas que puedan contribuir al desarrollo de una comprensión acerca de la cultura científica popular que, a su vez, enriquezca la implementación de una educación científica y tecnológica socialmente significativa.

Comenzaremos este trabajo recordando brevemente las distintas definiciones que se han ofrecido del concepto «cultura científica» en los contextos especializados, para luego centrar nuestra atención en la relevancia social de la cultura científica popular dadas las circunstancias de la sociedad del conocimiento actual. Desde tal marco, discutiremos sobre lo que creemos ha de ser una capacitación científico-tecnológica que sea plenamente provechosa para la ciudadanía y destacaremos algunas de las limitaciones que nos podemos encontrar a la hora de fomentar ese tipo de aprendizaje desde las aulas.

En la segunda parte de este artículo propondremos dos maneras, inspiradas ambas en los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad, de contribuir al desarrollo y práctica de una educación que logre el tipo de cultura científica defendido. Por un lado, consideraremos la importancia de aproximar los contenidos de la cultura científica a los resultados de lo

² En lo que sigue «cultura científica».

que identificaremos como «investigación CTS» y, por otro lado, defenderemos como determinante un acercamiento de la educación para la cultura científica al llamado «activismo CTS». En nuestra opinión, la primera línea de acción propuesta refuerza la idea de *educar para valorar* presente entre las tradicionales metas de la educación CTS. La segunda contribuye a enriquecer el objetivo de *educar para participar*, en tanto que estrecha aún más la vinculación que, como veremos, ya existe entre la adquisición de conocimiento, una aproximación valorativa a la ciencia y la acción democrática.

2. CULTURA CIENTÍFICA

La ciencia moderna se consagró como un motor fundamental para el progreso económico y social a partir de la Segunda Guerra Mundial³. Desde entonces, la apropiación social de más conocimientos científicos e ingenieriles se consideró oficialmente conveniente, e incluso necesaria, junto al resto de medidas generales de promoción de la ciencia y la tecnología en los países más avanzados. En particular, la importancia de un incremento de la cultura científica popular se justificó sobre dos argumentos principales: porque ello se traduciría en un incremento de los recursos humanos que constituirían el potencial técnico e innovador del desarrollo tecnológico y, con él, el de las capacidades industriales nacionales; y porque la adquisición de cultura científica se consideraba asociada a la percepción positiva de la ciencia y el apoyo al sistema de ciencia y tecnología, incluidas las iniciativas de desarrollo industrial de base tecnológica (WITHEY y DAVIS, 1999).

En ese primer momento de atención política y académica por la cultura científica cívica, esta era identificada con conocimiento y comprensión sobre un vocabulario científico básico –aquel impartido en ciertos niveles escolares– sobre el método prototípico de la investigación científica, y sobre el impacto –especialmente, el positivo– de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad en general (MILLER, 1983). Además, el aprendizaje social de esos conocimientos técnicos se contemplaba como un caso de transferencia de conocimiento estructurado según un esquema unidireccional que contemplaba un emisor experto, una audiencia pasiva y un mensaje cuyo núcleo significativo permanecía inalterado durante la acción comunicativa entre ambos polos (BUCCHI, 2008). La asimilación de cultura científica por parte de la ciudadanía lega se reducía, por tanto, a un proceso

³ Véase Bush (1945). Aunque la Revolución cultural soviética podría tomarse como un origen, es el «contrato social para la ciencia» estadounidense el que estableció los términos en los que se generaron y promocionaron los sistemas nacionales de ciencia y tecnología considerados antecedentes directos de los actuales en el resto del mundo. El informe *Ciencia: la frontera sin fin* encarna simbólicamente el texto de aquel acuerdo.

cuyo resultado esperado debía responder al logro de un cambio cognitivo en los sujetos receptores fácilmente evaluable y medible a través de test de «alfabetización» científica.

Estos supuestos de partida hacen comprensible que los primeros estudios sobre la cultura científica popular y su medición se interesaran solo por una dimensión del proceso de apropiación social de la ciencia: saber qué comprende, siente o piensa el público en general sobre la ciencia y la tecnología (LEWENSTEIN, 1995). De hecho, hasta los años setenta los especialistas no se preocuparon por analizar los procesos educativos y otros contextos de adquisición social de conocimientos y destrezas tecnocientíficas.

Entrados en el último cuarto del siglo XX, tanto la manera como el contenido de la apropiación social de la ciencia se habían transformado, lo que se ponía de manifiesto a través de las encuestas sobre comprensión pública de la ciencia en los países avanzados (DURANT y OTROS, 2000). La opinión de los encuestados empezaba a desvelar que, al contrario de lo que se había supuesto, una mayor cualificación educativa ya no se correlacionaba con menor desconfianza social hacia ciertos aspectos del progreso científico y tecnológico. Los especialistas se vieron cada vez más obligados a dar cuenta de los contextos particulares de transferencia social de la ciencia y de los modos de su asimilación social a la hora de interesarse por el fenómeno de la cultura científica popular.

38

Aquella transformación había sido propiciada, en parte, por las propias medidas políticas puestas en marcha para lograr un mayor impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la economía durante la segunda mitad del siglo pasado en los principales países de Occidente. A su vez, este advenimiento de la llamada sociedad posindustrial aceleró la distribución social de la cultura general entre la ciudadanía, gracias al cada vez mayor acceso de la población a la educación institucionalizada y a relevantes tecnologías al respecto, tales como los medios masivos de información.

Esta situación, plasmada en las encuestas, ayudó a complejizar el punto de vista especializado acerca de la cultura científica popular, en tanto que contribuyó a que se hiciera mayor hincapié en los motivos por los que los individuos adquieren y usan los conocimientos científicos y las tecnologías. Para los años ochenta, una nueva interpretación sobre el fenómeno de la cultura científica⁴ repara en que, al parecer, de un mayor conocimiento

⁴ Hablamos del segundo paradigma en la comprensión de la cultura científica, el identificado como *public understanding of science* (comprensión pública de la ciencia, pus según sus siglas en inglés), el cual constituyó el enfoque hegemónico dentro de los estudios académicos sobre el tema hasta mediados de los años noventa (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). El primero es el que se correspondía con la definición de cultura científica como alfabetización (*science literacy paradigm*). Se puede afirmar que el modelo

científico no se sigue necesariamente una actitud positiva hacia la ciencia, sino la aparición de las actitudes mismas (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). Es más, otros estudios empíricos pero cualitativos dejan entrever que el que resulte un tipo u otro de percepción social sobre la ciencia o sus instituciones tiene mucho que ver con el interés y grado en que se involucra la ciudadanía en ellas. La cultura científica popular pasa, así, a ser descrita funcionalmente por los expertos como la comprensión de conceptos y construcciones científicas que permiten a los ciudadanos leer una publicación cotidiana y entender en esencia los diversos argumentos que puedan estar enfrentados en controversias tecnocientíficas (MILLER, 2000).

Este tipo de caracterización funcional de la cultura científica deseable en términos generales para el conjunto de la sociedad civil se ha mantenido hasta nuestros días. De hecho, las circunstancias actuales han respaldado una intensificación de la vinculación supuesta en la misma entre una mayor adquisición de conocimientos y una mejor toma de postura o, incluso, toma de decisiones sobre cursos de acción.

La razón por la que se hacen estas consideraciones radica en el hecho de que el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico nos sitúan ante una doble coyuntura que no podemos obviar: vivimos simultáneamente en la sociedad del conocimiento y en la sociedad del riesgo. De hecho, caras de la misma moneda, puesto que son en gran medida resultados de las ciencias y las tecnologías y del incremento de su protagonismo social durante el siglo XX. Es más, en esta sociedad –que, en tanto tal, nosotros etiquetamos simplemente como sociedad del conocimiento– son la ciencia y la tecnología las que permiten poner de manifiesto las nuevas formas de peligrosidad asociadas al mundo desarrollado actual, las cuales, a su vez, son en la mayoría de los casos riesgos y amenazas impuestos por el propio avance científico-tecnológico.

En esta sociedad del conocimiento, los ciudadanos nos encontramos ante circunstancias y escenarios de acción que, en efecto, son social y tecnológicamente muy complejos y que, por ello, a menudo nos obligan a tomar decisiones incluso arriesgadas en lo individual. Son esas circunstancias científico-tecnológicas las que, más allá de respaldar su habitual conveniencia social como recurso de progreso, parecen justificar la idoneidad de establecer a la cultura científica popular como condición necesaria para una toma de decisiones que se puedan considerar razonablemente adecuadas.

Sin embargo, este reclamo –que está íntimamente asociado a la asunción de la pericia científica como habitual principio de autoridad interpretativo PUS es el que aún prima como estándar cuando hablamos de las mediciones de la cultura científica popular y/o de la percepción pública de la ciencia y la tecnología a través encuestas.

en la vida democrática⁵ no siempre tiene en cuenta que la propia cultura vinculada a tal credencial también ha ido cambiando su naturaleza como bien posicional. Es así que, en la década de 1990, aparece un modelo alternativo de comprensión y análisis de la cultura científica popular, el de Ciencia y sociedad, que toma como base teórico-metodológica las ciencias sociales y las humanidades (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). En él, por un lado, son los procesos de apropiación y comunicación sociales de la ciencia y la tecnología, y en particular los contextos de su adquisición y uso, los que han tomado finalmente el principal protagonismo a la hora de ocuparse por atender a la comprensión pública de la ciencia. Por otro lado, a su foco de atención se ha venido a sumar una gran diversidad de manifestaciones de cultura popular en general y de activismo cívico, que también han emergido en el seno de la sociedad del conocimiento.

Siguiendo la estela del enfoque CTS y de las nuevas teorías sobre comunicación social de la ciencia⁶, este acercamiento especializado parte del hecho –mostrado a través de numerosas investigaciones empíricas durante los últimas décadas– de que la ciencia no es un ámbito externo ni inmune a las dinámicas sociales. Asimismo, el paradigma ciencia y sociedad recoge las tesis de que la adquisición del conocimiento científico no puede reducirse al aprendizaje de enunciados teóricos, y de que el polo-audiencia no responde a un colectivo homogéneo de receptores pasivos.

40

Efectivamente, mucho menos simples se muestran los fenómenos de transmisión y asimilación de cultura científica tanto en lo que respecta a atender a la naturaleza del contenido de la ciencia, como a la del propio auditorio. Han de ser asimismo considerados para que podamos ofrecer una más provechosa definición de cultura científica popular y, con ello, contribuir a enriquecer los procesos de su enseñanza. Numerosos estudios sociológicos y antropológicos previos sobre prácticas tecnocientíficas o sobre contextos para la transferencia de conocimiento han puesto de manifiesto, no solo que la ciencia tiene un importante carácter tácito, sino que, además, la asimilación de conocimientos y habilidades por parte de un individuo o colectivo responde a un fenómeno complejo de intercambio de información, en el que los individuos implicados procesan y asimilan el mensaje a través de filtros valorativos, sociológicos, culturales y prácticos. A este respecto, también han demostrado que la adquisición popular de conocimientos científicos y el interés social por la propia ciencia son fenómenos que tienen mucho que ver con las necesidades particulares de los ciudadanos y con la forma en la

⁵ Y así lo ha estado, con relación a diversos aspectos, desde el origen mismo de las políticas científicas públicas, véase, Sanz Merino (2011).

⁶ Para una muestra de ellas véase, por ejemplo, el trabajo colectivo editado por Bucchi y Trench (2008).

que, en la satisfacción de esas necesidades, la ciudadanía usa y se relaciona con la ciencia y la tecnología.

Los autores que estudian ahora la cultura científica desde la perspectiva CTS no solo tienen todos estos factores y circunstancias en cuenta, sino que también han sabido mostrar cómo la sociedad del conocimiento propicia la acentuación y emergencia de diversos procesos favorables a un incremento de la cultura científica y tecnológica entre la población. No podemos pasar por alto, sin embargo, que muchos de esos procesos de enculturación están muy alejados de los sistemas educativos formales (TYTLER, DUGGAN y GOTT, 2001), aunque son estos últimos los que constituyen el horizonte de este trabajo. De hecho, ni el paradigma ciencia y sociedad sobre cultura científica en particular, ni los estudios CTS dedicados al análisis de los contextos de comunicación y apropiación sociales de la ciencia, en general, se suelen ocupar de aplicar los resultados de sus investigaciones al contexto educativo. Es precisamente por la relevancia de lo que ello implica a la hora de ofrecer una forma más realista y socialmente significativa de comprender la cultura científica popular, por lo que, a continuación, retomamos la importancia que estos nuevos fenómenos de aprendizaje y acción tienen para el desarrollo de una más apropiada educación científica y tecnológica hoy.

3. EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

En la sociedad del conocimiento la comunicación social de la ciencia tiene un destacado lugar en los circuitos educativos no reglados. Por ejemplo, los medios de comunicación a menudo ofrecen información científica, ya sea como resultado de una divulgación explícita o, muy habitualmente, como parte asociada a una controversia social causada por potencialidades científico-tecnológicas, o bien accidentes tecnológicos o ambientales (LÓPEZ CERESO y LUJÁN, 2000). Estos canales informativos dan además cobertura local y global no solo a las protestas y manifestaciones populares vinculadas a esas mismas controversias, sino que también se hacen eco de aspectos muy técnicos que proceden de opiniones expertas no oficiales pero igualmente relevantes (PETERS, 2008). De hecho, la información científico-tecnológica a veces proviene de los manifestantes, quienes pueden ser desde expertos independientes hasta miembros de grupos activistas organizados u ONG.

Cabe, entonces, señalar también que estas nuevas circunstancias, puestas de relieve fundamentalmente a través de los media, no solo contribuyen al proceso de enculturación, sino que, al mismo tiempo, *enseñan* una ciencia muy distinta a la recogida por los primeros paradigmas sobre comprensión pública de la ciencia. A través de la mediatización de contro-

versias sociales de base tecnocientífica se llega a mostrar, por ejemplo, que la ciencia no siempre se origina en los contextos especializados, sino que a veces surge en contextos populares y no expertos. En cambio, cuando son los propios debates especializados, y normalmente muy esotéricos, los que adquieren protagonismo mediático, a menudo se hace patente que la ciencia no habla con una sola y unánime voz, sino que la propia opinión acreditada como legítima a veces está muy dividida (BUCCHI, 2008).

Por otro lado, la dinámica de la sociedad actual da lugar a formas de adquisición de cultura científica vinculadas a ciertas formas de activismo político por parte de la sociedad civil. En ellas se genera una importante experiencia personal y pueden conllevar el manejo de información muy técnica. Los primeros casos que surgieron históricamente a este respecto fueron los protagonizados por el activismo antinuclear y las protestas civiles por los accidentes industriales y riesgos ecológicos, cada vez más frecuentes desde los años sesenta. Más tarde, a este tipo de intervención política, se sumó el que, en la década de 1980, ya se podía identificar como otra particular manifestación de participación cívica: el consumo diferencial. Este fenómeno civil tuvo momentos muy populares en forma de boicot comercial, sin embargo, y como consecuencia de ciertas intoxicaciones y controversias alimenticias –como las protagonizadas por los derivados de organismos genéticamente manipulados (OGM)–, es más habitual encontrar prácticas más extendidas socialmente como la compra selectiva. Estas acciones ciudadanas, informadas y conscientes, en lo individual y cotidiano o mediante el involucrarse en grupos de interés más amplios, son muestra –tal y como una amplia literatura especializada recoge⁷– de prácticas en las que aprender y participar se convierten en experiencias estrechamente relacionadas, no en elementos independientes ni pasos sucesivos de una supuesta lógica lineal para la toma de decisiones y cursos de acción.

42

En el contexto social que nos rodea, la generación de cultura científica de los ciudadanos no solo no es independiente de la participación social sino que enculturación y participación se hallan estrechamente vinculadas como procesos en paralelo mutuamente realimentados. Entonces ¿qué consideraciones relevantes para el campo educativo podemos obtener de los hechos y circunstancias mencionados hasta ahora?

Lo visto en el apartado anterior nos conduce a defender la imposibilidad de reducir la idea de «cultura científica» a la mera adquisición o transformación de ciertas creencias individuales (cambio cognitivo) sobre la única base de la asimilación de información científica considerada relevante.

⁷ Véase más abajo. Además: Todt y Luján (1997); López Cerezo (2003); López Cerezo y Luján (2004).

Lo ya tratado también nos lleva a creer que un aumento exitoso de la cultura científica popular será consecuencia de un proceso más complicado que del seguido del solo aumento de la oferta científica y tecnológica, en tanto aumento de meras fuentes de información. También podemos concluir que la asimilación social de cultura científica es, sin duda, algo más complejo que lo que puede demostrarse con pruebas para medir la alfabetización científica de tipo test⁸.

Finalmente, las consideraciones anteriores respaldan también el interés que lleva a repensar la educación científica popular partiendo de las tesis propias del enfoque CTS, ya que han sido en gran medida los estudios pertenecientes a este campo, y a otros ámbitos afines, los que han puesto de relieve la naturaleza contextual y multidimensional de los procesos de apropiación y comunicación sociales de la ciencia y de la propia cultura científica. A este respecto, es justo recordar que el paradigma ciencia y sociedad en el estudio de la cultura científica, en particular, y la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad en general, tienen su homólogo en el ámbito de la enseñanza de las ciencias y las ingenierías en el llamado modelo de educación CTS.

Una exigencia mínima comúnmente aceptada para caracterizar como apropiado cualquier tipo de enseñanza en ciencias es la de que la cultura científica resultante ha de permitir a los estudiantes superar los requerimientos académicos mínimos en una paulatina consecución exitosa de sus estudios reglados.

Para la mayoría de los especialistas, el enfoque CTS en educación propone añadir a este sentido de capacitación científico-tecnológica otros conocimientos y destrezas asociados a información y valores que estén en relación directa con otras necesidades personales de los alumnos y alumnas. Es decir, una educación CTS debería, por ejemplo, y entre otras cosas:

Incluir conceptos científicos y habilidades procedimentales que sean útiles en sus vidas cotidianas, también en tanto que les permitan tomar decisiones como ciudadanos (PRICE y CROSS, 1995).

Centrarse en aspectos societarios locales: en cuestiones y problemáticas que emergen en sus entornos más próximos (familiares, escolares, comunitarios, etc.) (HART y ROBTOM, 1990);

Atender asimismo a problemas globales, a los asuntos que conciernen a todo el planeta, como son los medioambientales o los relacionados con los límites del crecimiento industrial, en general (SOLOMON, 1993).

⁸ Véase, también, en López Cerezo y Cámara (2009).

Dar a conocer la naturaleza y el alcance de una amplia variedad de ciencias e ingenierías, en tanto que ello despierte las aptitudes de los estudiantes o llame su interés hacia distintas carreras científico-tecnológicas actuales (YAGER, 1996)⁹.

En nuestra opinión, según lo señalado más arriba, la educación para la cultura científica y tecnológica bajo la perspectiva CTS se ha de entender, además, fundamentalmente y de un modo general, como una variedad de la educación en valores y como una preparación para la participación cívica¹⁰. Por supuesto, muchos autores asumen igualmente estos considerandos generales como metas propias de la educación desde un enfoque CTS. De hecho, se trata de objetivos claramente relacionados, pues la formación de una ciudadanía consciente del componente y papel social de la ciencia y la tecnología tiene como horizonte natural la motivación y capacitación de los ciudadanos para su involucramiento en distintos aspectos de la vida social que están relacionados con la ciencia y la tecnología (LÓPEZ CERESO y CÁMARA, 2009).

Sin embargo, en la implementación en las aulas de una cultura científica de esta índole –es decir, de un aprendizaje científico que facilite valorar y participar en el contexto de las dinámicas propias de la sociedad del conocimiento–, la perspectiva de la educación CTS más clásica se encuentra con varias limitaciones. En el resto de este apartado delimitaremos dos de ellas que, si bien los consideramos muy importantes, también se nos presentan altamente subsanables si atendemos a los aspectos clave del enfoque CTS, tal y como trataremos hasta el final de este trabajo.

44

La primera limitación es aquella que surge de tener que superar ciertos obstáculos que los propios profesores de ciencias ponen a una implementación exitosa de este estilo CTS, en concreto, en relación con una necesaria apertura disciplinar. Los docentes de ciencias han sido educados en una disciplina científica concreta que en ocasiones conduce a que el proceso de socialización vivido durante los años de especialización universitaria les haga desarrollar ciertas inclinaciones desfavorables al respecto. Por un lado, suelen tender a encerrar los asuntos tratados en clase dentro de las fronteras de su propia cultura disciplinar, por otro, incluso pueden asumir la creencia de que familiarizar a los alumnos en la multidimensional naturaleza de la cultura científica de manera óptima es hacerlo introduciéndolos de forma independiente en cada una de las diversas disciplinas científicas que puedan verse implicadas en una controversia (MANSOUR, 2011). Muchos de estos

⁹ Para una descripción y explicación más detalladas de cada uno, puede verse Mansour (2011).

¹⁰ Véase también Martín Gordillo y López Cerezo (2000).

profesionales tienden a estas consideraciones de forma no intencionada, ya que la mayoría de los casos son el simple resultado de un entrenamiento previo en una determinada cultura disciplinar. Además, cabe añadir que, por lo mismo, los educadores no han sido ellos mismos enseñados para integrar diversos métodos o aplicar formas de valoración más cercanas a las ciencias sociales, ejemplos ambos de enfoques más propiamente CTS a la enseñanza de las ciencias.

Ahora bien, también la educación de procedencia de los profesores puede ser causa de la aparición de conductas limitantes de manera intencional. De hecho, los educadores no siempre desean expandir las fronteras de sus disciplinas científicas, en tanto medida precautoria frente a la implementación de un posible acercamiento CTS que implique una mirada demasiado constructivista en su descripción de la ciencia. El miedo al relativismo, que parecía surgir de la no separación tajante entre hechos y valores que propusieron los primeros estudios CTS –y que resultó en las conocidas como «guerras de la ciencia» de la década de los noventa– aún mantiene en muchos contextos académicos la misma escisión entre la cultura científica y humanística que ya criticó Charles P. Snow hace 70 años.

La segunda limitación proviene del hecho de que todavía es habitual entender como suficiente motivación CTS el logro de una cultura científica estudiantil basada en currículos escolares que incluyan aspectos teórico-críticos sobre el impacto científico-tecnológico en la sociedad o el medio ambiente. En este sentido, cuando nosotros hablamos de educar para valorar no nos referimos a la mera puesta en situación del alumno ante un asunto científico-tecnológico como un fenómeno complejo o a darle paralelamente a conocer un listado de valores democráticos, medioambientales, etc. que se consideren relevantes desde el punto de vista teórico o bajo la perspectiva de la realidad global. Nos referimos, en cambio, al logro de generar una cultura científica que contribuya a que los educandos sean capaces de desarrollar opiniones personales críticas e informadas sobre asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología más allá del conjunto de conocimientos concretos que puedan tener sobre un asunto o circunstancia particular. Es decir, defendemos una capacitación que se traduzca en la habilidad de poder valorar la propia información a la que se vaya teniendo acceso, lo que, solo como tal y en la práctica, es la mejor base para una futura acción participativa (MARTÍN GORDILLO, OSORIO y LÓPEZ CEREZO, 2001).

En el resto de este trabajo, expondremos dos avances en la educación CTS que consideramos pueden contribuir a afrontar, por un lado, el reto de fomentar la interdisciplinariedad crítica y, por otro, el reto de ir más allá de la tendencia que aleja a la educación de una práctica valorativa sobre la ciencia y la tecnología. En primer lugar, propondremos aproximar los conte-

nidos de lo que se supone ha de constituir la cultura científica escolar a los resultados de la «investigación CTS», es decir, prestando una mayor atención a los resultados de los estudios sociales sobre la ciencia de tradición europea (GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CERESO y LUJÁN, 1996). Incorporar contenidos de la llamada «alta iglesia» CTS nos ayudará a considerar la contextualización multidimensional de la ciencia y la tecnología y a atender a las prácticas científico-tecnológicas como fenómenos sociales. En segundo lugar, defendemos un acercamiento de la educación para la cultura científica al «activismo CTS», el cual puede facilitar el objetivo de sacar el aprendizaje científico de los muros del aula escolar.

4. CULTURA CIENTÍFICA E INVESTIGACIÓN CTS

La primera línea de acción que proponemos es aproximar el contenido y concepción acerca de qué es cultura científica en el campo educativo a los resultados de la investigación académica de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología o enfoque ciencia, tecnología y sociedad.

46

A pesar de lo visto y de las excepciones de rigor, los autores emblemáticos de la educación CTS (Robert Yager, Joan Solomon, Glen Aikenhead, William McComas, Peter Rubba y tantos otros) hacen pocas o ninguna referencia a los resultados de la investigación CTS por parte de la vanguardia académica internacional. Son raras en sus obras las referencias a Barry Barnes, Steven Shapin, Wiebe Bijker, Harry Collins, Michel Callon, etc. Aunque también encontramos el mismo fenómeno a la inversa. Existe un deliberado descuido recíproco que ha llevado a estos dos campos a ignorarse durante décadas.

Muestra de ello son los propios manuales o introducciones generales de referencia y otras obras que tratan de cartografiar el campo CTS, donde es infrecuente que se incluyan capítulos dedicados a la educación CTS. Uno de los casos más destacados al respecto es el ejemplificado por la serie de ediciones del célebre *Handbook of Science and Technology Studies*, exhaustivos trabajos académicos de delimitación de fronteras patrocinado por la poderosa *Society of Social Studies of Science* (4S). En su primera edición de 1995, 25 capítulos rastreaban todos los temas monográficos del campo. Sin embargo, no podemos encontrar ni vestigios del tema de la cultura científica en el contexto educativo formal¹¹. Casi 15 años después, en su tercera edición (véase HACKETT y OTROS, 2007), la ausencia de trabajos

¹¹ Sí se dedican dos trabajos, sin embargo, a este tema con relación a las encuestas pus y a la comunicación social mediatizada por otro (pueden encontrarse las referencias en la bibliografía del presente artículo).

relacionados con la educación es aún más acusada, pues incluso se echa de menos cualquier reflexión en torno a la cultura científica civil. ¿Por qué ese recíproco y ya tradicional descuido?

En nuestra opinión, los motivos tienen que ver, desde el lado de la investigación CTS, con su intento de ganar respetabilidad académica –el cual acompañó a esta especialmente en sus primeras décadas– que durante casi dos décadas se tradujo en una tradicional omisión intencionada de cualquier línea de compromiso social o proyección práctica¹². Según Steve Fuller, son los mismos motivos que provocaron la escisión clásica entre lo que llamó «alta iglesia» y «baja iglesia» de los estudios CTS (FULLER, 2001), es decir, entre la escuela que surge del constructivismo social y que se circunscribe a la investigación académica en universidades, y la tradición que surgió como intento de responder, desde la política y la educación, a los nuevos retos sociales planteados por la ciencia y la tecnología. Dicho sea brevemente, las tradiciones que se remontan respectivamente a Thomas Kuhn, un historiador de la ciencia dedicado al mundo de la investigación académica, y a Raquel Carson, una bióloga que hace de la denuncia el disparador del activismo medioambiental (GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CEREZO y LUJÁN, 1996).

En cualquier caso, esta mutua ignorancia es algo que ha perjudicado, y perjudica, a los dos lados de la divisoria: a la investigación CTS porque la vacía de sentido, convirtiéndola en una mera acumulación de estudios de casos y alambicadas discusiones teóricas; a la educación para la cultura científica, porque priva a la enseñanza sobre la ciencia de herramientas analíticas y recursos didácticos potencialmente valiosos. Dado que este último es el ámbito de nuestro interés en este trabajo, nos centraremos en el enriquecimiento sustancial que supone la incorporación de los resultados de investigación y reflexiones ofrecidos desde los estudios de alta iglesia para ofrecer la concepción socialmente provechosa de cultura científica de la que hablábamos más arriba.

Cuando hablamos de la alta iglesia nos referimos a los autores del programa fuerte de la sociología del conocimiento científico y su progenie (programa empírico del relativismo, estudios de laboratorio, teoría del actor-red y otros identificados habitualmente como aproximaciones simétricas a la ciencia y la tecnología). Una tradición que se originó en la década de 1970 en la Universidad de Edimburgo y que ha predominado desde entonces en la investigación CTS desarrollada especialmente en el mundo académico. En

¹² No obstante la aparición de un informe del *Visions Committee* de las 4S en 2002 que hizo público el reconocimiento de este hecho, supuso el inicio de un compromiso de la investigación académica CTS por corregir esta tendencia durante la última década bajo el reclamo de menos acumulación de estudios descriptivos y más proyección práctica y política.

este contexto, fue propio de la misma y desde su inicio el centrarse en las influencias sociales sobre el cambio científico y tecnológico, enfatizando el rigor académico a través del uso de los estándares de las ciencias sociales, y reconociendo como punto de partida la obra de Thomas Kuhn y la tradición de la sociología del conocimiento.

La cultura científica sigue definida en términos demasiado alejados de las enseñanzas que nos ofrecen los estudios CTS de alta iglesia, especialmente cuando atendemos al contexto mismo de práctica educativa, particularmente en lo que respecta al diseño de contenidos y el desarrollo de materiales. España es un buen ejemplo: cuando en 1993 se regularon los contenidos de Ciencia, tecnología y sociedad como nueva materia optativa de bachillerato¹³, estos contenidos difícilmente dejaron huecos para introducir temas de alta iglesia en la enseñanza. Casi todo el programa estaba dedicado a distinciones analíticas sobre la ciencia, la técnica y la tecnología, a problemas éticos o medioambientales, a cuestiones históricas sobre la Revolución industrial, etc. En general, las cuestiones más susceptibles de un tratamiento crítico eran planteadas centrando el análisis más en las consecuencias que en los antecedentes sociales. Actualmente, la atención por cuestiones no propiamente científico-tecnológicas se hace prácticamente bajo la misma consideración en Ciencias para el mundo contemporáneo –la asignatura que en cierta forma ha venido a sustituir a aquella en la última reforma oficial en España.

48

Sin embargo, consideramos que una clave fundamental para lograr una cultura científica socialmente significativa reside, precisamente, en la consideración de que las cuestiones que atañen a las dimensiones humanas y medioambientales de la ciencia y la tecnología han de ser transmitidas como parte de esa misma enseñanza e, incluso, llevadas al aula de ciencias como identificativas de la naturaleza social de las propias prácticas tecnocientíficas.

Con respecto al primero de los casos, los estudios de caso CTS propios de la alta iglesia y, más actualmente, de la investigación CTS en general, ayudan a evitar el encerrar nuestra concepción de cultura científica en las fronteras marcadas desde lo disciplinar por los aspectos tecnocientíficos que están en cuestión en cada caso. Este es un asunto suficientemente desarrollado en la literatura especializada CTS: lo multidimensional de los problemas tecnocientíficos que deben ser abordados socialmente en el mundo actual hace que, a menudo, queden estrechos los planteamientos disciplinares tradicionales. Muy al contrario, ello obliga a hacer uso de una diversidad de conceptos, métodos o resultados procedentes de diversas disciplinas. Por

¹³ En la entonces vigente Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), véase el Boletín Oficial del Estado (BOE) del 19-01-93.

ejemplo, estudiar la sostenibilidad de la población de salmón en un río no solo depende del conocimiento de genética del pez y sus condiciones biológicas de reproducción. Este es un conocimiento necesario pero no suficiente. La adecuada comprensión del problema y la identificación de las alternativas de acción también requiere conocer los usos económicos del río por parte de la población ribereña y los grupos de interés (empresarios locales o asociaciones de pescadores, entre otros), así como las posiciones e intereses al respecto de otros agentes sociales clave motivados por otras cuestiones políticas o ideológicas (ecologistas, gestores públicos, etcétera).

Ahora bien, el enfoque multidisciplinar encierra un peligro: el de perder los referentes de rigor tradicionalmente asociados a las disciplinas particulares, cuyas posibles consecuencias son aún menos deseables en el marco de la responsabilidad educativa. Desafortunadamente, es frecuente encontrar estudios que, amparados en lo multidimensional de una cuestión, utilizan conceptos difusos o no tienen una metodología clara. Por ello es importante tener en cuenta una disciplina matriz, con sus estándares de seriedad y rigor, y desde la cual ha de tener lugar la elaboración de un marco explicativo y de acción. Puede ser la filosofía, la historia, la sociología u otro ámbito de las ciencias sociales o la investigación en humanidades, pero es importante establecer un referente claro que evite la laxitud y la confusión.

Por otro lado, el segundo de los aspectos clave que hemos identificado como propicio para el acercamiento pedagógico a los estudios CTS se refiere a la posibilidad de utilizar sus marcos teórico-metodológicos en las explicaciones sobre las ciencias y las tecnologías. Hacer uso de conceptos típicos de alta iglesia durante la educación para la cultura científica –tales como «puntos de paso obligatorio», *boundary work* o «regresión del experimentador» (véase, en general, JASANOFF y OTROS, 1995)– no solo ayuda enormemente a transmitir la relevancia social de la ciencia y la tecnología al mostrar a la sociedad en el corazón de esa ciencia, sino que, además, facilita la motivación de los estudiantes para desarrollar sus propias opiniones sobre temas de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, el concepto de «flexibilidad interpretativa» es muy útil para reproducir controversias tecnocientíficas en el aula, para apreciar la relevancia de la incertidumbre y los supuestos valorativos y, en general, para transmitir la enseñanza de que la ciencia no habla con una sola voz.

En conclusión, a pesar de la tan temida simetría epistemológica y otros aspectos considerados tradicionalmente como riesgos relativistas, las investigaciones de los estudios CTS tienen un gran potencial para enriquecer el concepto de cultura científica y su enseñanza. Además, las temáticas que rodean a la tradición de alta iglesia han dejado de ser demasiado *rupturistas*, y en la actualidad sus trabajos son ejemplo de gran rigor de análisis, con

propuestas teóricas y metodológicas mucho más moderadas que las defendidas en la década de 1970. Es más, las ya mencionadas guerras de la ciencia nunca produjeron derramamientos de sangre en nuestras latitudes. Hoy es raro encontrar en este campo académico a portavoces del relativismo, y se ha restituido el papel causal de la naturaleza no solo en los nuevos enfoques sino también en los supervivientes más radicales de los primeros estudios CTS, como son la teoría de actor-red y la microsociología de Harry Collins.

5. CULTURA CIENTÍFICA Y ACTIVISMO CTS

La segunda línea de acción que defendemos como enriquecedora de una educación para la cultura científica es la aproximación de esta al activismo CTS –una orientación originariamente vinculada a la tradición de la baja iglesia.

La tradición CTS identificada como baja iglesia se origina principalmente en Estados Unidos, también en los años setenta. A diferencia de la alta iglesia, que permaneció en el área de influencia académica, los académicos de la baja iglesia se asociaron en su inicio a los movimientos contraculturales y sociales que trataban acerca de la comprensión y el control tradicional de la ciencia y la tecnología. Este movimiento está vinculado a nombres como Langdon Winner, Carl Mitcham, Paul Durbin o Steven Cutcliffe, mientras que sus antecedentes principales fueron pensadores-activistas como la ya mencionada Raquel Carson o Ernst Schumacher, así como las tradiciones romántica y pragmatista americanas de Ralph Waldo Emerson y John Dewey.

50

La baja iglesia fue una tradición que, si bien también se ocupaba del estudio de la dimensión social de la ciencia y la tecnología, en cambio centró su interés en las consecuencias sociales (más que los antecedentes) y en el relevamiento de los problemas éticos, políticos y ambientales. Otra diferencia con la tradición académica europea era que su marco analítico procedía, no ya de la sociología, sino de la filosofía, la historia y las humanidades. Finalmente se distinguía, precisamente, por su fuerte compromiso interdisciplinar y clara proyección práctica¹⁴ (que la identifica con la idea de movimiento activista. Véase Fuller [2001]).

Al hablar aquí de activismo CTS, teniendo en cuenta los orígenes señalados, nos referimos particularmente a una gran y multiforme diversidad

¹⁴ Aunque las fronteras tienden a difuminarse entre la alta y baja iglesia a partir de la década de los noventa, hay indicadores disciplinares, temáticos y sociológicos que apoyan la tesis de esta distinción en el origen mismo de los estudios CTS (véase, en general, GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CERREZO y LUJÁN, 1996).

de maneras en que la sociedad se involucra en temas relacionados con la ciencia, la tecnología o el medio ambiente. Estas podrían ser: elaborar un informe con alcance normativo, dar una charla a compañeros, escribir una carta al director de un diario, realizar un trabajo de concienciación en el entorno escolar, organizar una sesión de teatro con propósito de denuncia, etcétera.

La diversidad de formas que puede asumir el activismo CTS es la misma que la que pueda tener el activismo civil en general, variedades que cuentan con las mismas fronteras que establece el sentido común, la costumbre moral y, por supuesto, las leyes. Con todo, emprender una acción para tratar de transformar un estado de cosas relacionado con la innovación científico-tecnológica o la intervención ambiental no es suficiente para delimitar el ámbito del activismo CTS. De otro modo nos veríamos obligados a calificar de activismo CTS a cualquier forma de protesta social relacionada con un perjuicio medioambiental o con las actividades sindicales de presión por pérdidas de puestos de trabajo debido a la automatización, por ejemplo¹⁵.

El activismo CTS, tal y como aquí lo entendemos, debe estar basado en el conocimiento CTS, es decir, en el conocimiento de los aspectos sociales (antecedentes y/o consecuentes) relacionados con la reglamentación o la actuación científico-tecnológica o medioambiental. Casos de activismo CTS son, por ejemplo, poner de relieve determinadas consecuencias sociales sobre la base del análisis del diseño de los artefactos y la denuncia de valores incrustados en dicho diseño; llamar la atención sobre los intereses a los que sirve una determinada política en ciencia o tecnología sobre la base de la sesgada representación social en la elaboración de la misma; denunciar el uso abusivo del conocimiento experto en la legitimación de ciertas líneas de actuación ambiental, a la luz de perspectivas científicas alternativas en la consideración del mismo asunto; o identificar la presencia de caducas cosmovisiones en actuaciones concretas de expolio de recursos naturales. El activismo CTS debe estar basado en la comprensión crítica de algún aspecto de las complejas relaciones dadas entre las coordenadas ciencia-naturaleza-sociedad y, por supuesto, en un intento de cambiar las cosas. De otro modo, dada la ubicuidad de la ciencia y la tecnología en el mundo actual, todo o casi todo debería ser llamado activismo CTS.

Partiendo de estas consideraciones, se desvelan dos maneras apropiadas y viables de aproximar adecuadamente la cultura científica al activismo CTS en el plano educativo. En primer lugar, está la manera en la que ya está siendo entendida la educación científica desde la perspectiva CTS, es decir,

¹⁵ Aunque este último podría tratarse de un caso de activismo CTS, no ha de serlo necesariamente. No lo sería, por ejemplo, si se corresponde con acciones motivadas únicamente por intereses económicos particulares.

cuando se parte del considerando de que «cultura científica» no sólo hace referencia a un conjunto descontextualizado de conocimientos científicos y destrezas tecnológicas. Esta cuestión nos remite a nuestra reflexión anterior sobre lo multidimensional de muchos de los asuntos científicos y tecnológicos que han de ser tratados en ciertas materias escolares, aunque en esta ocasión lo multidisciplinar ha de ser enfocado de forma diversa. Lo interdisciplinar es algo común tanto al enfoque CTS de alta como de baja iglesia, sin embargo en este caso nos estamos refiriendo a que son las consecuencias e implicaciones sociales y medioambientales de las prácticas científicas y tecnológicas las que han de ser tenidas en cuenta, y no ya las que emergen de atender a la ciencia como una práctica social y cultural ella misma, como señalábamos más arriba.

Como decíamos, aspectos externos y consecuentes desde los que valorar la ciencia ya están siendo atendidos en diversos tipos de asignaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología. Sin embargo, aquí proponemos dar un paso más en esa vinculación de la cultura científica al activismo CTS, a saber, y dicho metafóricamente, sacando el aprendizaje de la cultura científica de las fronteras del aula escolar.

52

Se han desarrollado ya diversas formas de promoción del activismo CTS como componente de la educación en este segundo sentido. Un caso ejemplar de lo que podríamos identificar como «acciones CTS» en el campo de la educación para cultura científica lo encontramos en la apuesta que, desde hace años, hace la Universidad del estado de Pensilvania por el aprendizaje auto-dirigido como centro de su currículo CTS. Se trata de un proyecto de trabajo que, bajo el lema *Do something!* (¡Haz algo!), los estudiantes deben proponer, diseñar y llevar a cabo. En esta actividad, y bajo la supervisión de un responsable docente, los alumnos han de cumplir el objetivo de realizar una investigación interdisciplinar de inspiración CTS encaminada a resolver algún problema del mundo real, por ejemplo, estudiar las pautas de consumo eléctrico en un centro educativo y proponer medidas de ahorro de energía. El resultado de este tipo de experiencias didácticas es que los estudiantes obtienen un alto nivel de asimilación de los contenidos conceptuales requeridos por su proyecto, adquieren una profunda comprensión práctica de las cuestiones CTS y desarrollan una fuerte motivación respecto al desarrollo de opiniones e involucramiento personal en los asuntos sociales relacionados con la ciencia y la tecnología (PEARCE, 2001).

Un ejemplo similar, pero más reciente y sacado de nuestras propias fronteras, lo encontramos en el proyecto de colaboración entre diversos centros educativos de Iberoamérica «¿Qué hacemos con la basura?», el cual surgió espontáneamente de las actividades de capacitación dirigidas a los

profesores de ciencias promovidas por la OEI¹⁶. Dentro de esta iniciativa, cada docente lideraba un equipo de investigación compuesto por sus alumnos con el objetivo de averiguar y analizar los procedimientos por los que se procesan los desperdicios en sus respectivas comunidades o municipios. La misión compartida por la totalidad de grupos era la de poner los resultados de las investigaciones en conocimiento de la red de centros involucrados. Ello permitió, por un lado, dar a conocer qué formas alternativas a las propias existen de tratar de los residuos y, por otro, la valoración conjunta y comparada de todas esas posibles implementaciones procedimentales.

Este tipo de planteamientos didácticos presenta algunas ventajas claras: vincula el conocimiento a la acción, facilita la transferencia de conocimientos y propicia la participación formativa, es decir, lo que se suele defender como «aprender participando». Ponerlas en práctica significa entender la educación para la cultura científica en el sentido sugerido por Leonard Waks: proporcionar una comprensión contextual de la ciencia y la tecnología que ofrezca a los estudiantes las bases intelectuales para una ciudadanía responsable.

A la luz de lo tratado hasta aquí y dados los antecedentes del campo de trabajo en relación con la fértil co-determinación que se da entre los procesos de participación y aprendizaje sociales, el planteamiento general de apuesta por un acercamiento de la cultura científica al activismo CTS no debería ser demasiado polémico. Sin embargo, este acercamiento tiene sus propias dificultades. Una de ellas, más obvia, reside en la necesidad de emprender una supervisión de las actividades propuestas que garantice una actuación responsable, además de formativa, por parte de los educandos. Otra dificultad para el desarrollo de estas posibles acciones CTS estriba en el peligro de restar peso al componente formativo y terminar identificando CTS con trabajo social o simple activismo. Una adecuada selección de la técnica didáctica y una correcta planificación no deberían restar peso a la formación, sino más bien utilizar la actividad para reforzar esa formación y facilitar su proyección temática y temporal.

Por todo ello, nos gustaría, en último lugar, llamar la atención sobre la riqueza de la literatura especializada en este tipo de experiencias civiles vinculadas con nuevas formas de apropiación popular de cultura científica, ya que pueden ser fuente de inspiración y rigor para un vigoroso desarrollo didáctico de una educación para la cultura científica en el siglo XXI.

¹⁶ En concreto, a través de la Comunidad de Educadores para la Cultura Científica de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura, véase: www.oei.es/escuelaciencia.php.

En los últimos casi 30 años, desde el libro pionero de J. C. Petersen *Citizen Participation in Science Policy* (1984), se ha venido acumulando una abundante literatura sobre participación ciudadana en materia de ciencia y tecnología, con autores como Daniel Fiorino, Kristin Shrader-Frechette, Silvio Funtowicz, Ortwin Renn, Arie Rip y muchos otros. De hecho, este es un campo bibliográfico en el que van teniendo cada vez más protagonismo, incluso, los investigadores CTS de tradición más académica.

Lo interesante es que esta literatura contiene numerosas propuestas de mecanismos de participación y describe experiencias novedosas de implicación social que no siempre se acomodan a formatos tradicionales de participación. Todas ellas, adecuadamente adaptadas al contexto escolar, pueden ser fuente de inspiración para nuevas técnicas didácticas que permitan el desarrollo en el aula de experiencias de participación formativa.

Entre los casos descritos en este tipo de bibliografía, destaca por ejemplo la experiencia de las *Consensus Conferences*. Originarios de Dinamarca, los congresos de consenso consisten en reuniones abiertas al público en las que un panel de ciudadanos no expertos –de entre 10 y 16 miembros y con un moderador independiente– interroga a expertos convocados por los grupos de interés sobre los temas en cuestión, por ejemplo, aplicaciones biotecnológicas, polución medioambiental o alimentaria, etc. Aunque su decisión final no es vinculante, el informe popular con las conclusiones resultantes de estas sesiones se difunde públicamente, lo que hace que, en la práctica, estos congresos funcionen como una estupenda caja de resonancia social. De hecho, los congresos de consenso son uno de los ejemplos de participación deliberativa mejor valorados por los especialistas CTS precisamente por el importante componente de concienciación popular que tiene, tanto acerca de la importancia pública de la implementación de procedimientos democráticos para abordar este tipo de temas como sobre la suficiente capacidad que los ciudadanos corrientes tienen para participar en ellos¹⁷.

54

6. CONCLUSIONES: CULTURA CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN EN IBEROAMÉRICA

La ciencia ha sido un importante motor en innumerables avances de las sociedades contemporáneas. Pero para alcanzar tales logros se necesitó del concurso de la sociedad en su conjunto, no solo del trabajo de los

¹⁷ Existen ya propuestas didácticas en el contexto de la educación CTS que han mantenido un paralelismo con este y otros formatos de participación ciudadana. Un ejemplo son las llamadas Simulaciones CTS, desarrolladas en Iberoamérica por el Grupo Argo de Renovación Educativa (MARTÍN GORDILLO y LÓPEZ CEREZO, 2000).

científicos e ingenieros. El especialista en política científica Amílcar Herrera concluyó, de hecho, que la gran diferencia entre los países desarrollados y las naciones en desarrollo, en concreto las de Latinoamérica (aunque podrían incluirse igualmente España y Portugal), residía en que en estas últimas los científicos habían trabajado largo tiempo en el vacío. Es decir, las medidas políticas tomadas en favor de la promoción de la ciencia y la tecnología en los países iberoamericanos se asemejaban más a ejemplos de filantropía que a auténticas políticas científicas, pues no existía una demanda real, ni política ni económica ni social, sobre sus posibles aplicaciones (HERRERA, 1971). Efectivamente, ese salto al vacío de los científicos sucedió largo tiempo, entre otros factores, por un desconocimiento de las potencialidades de la ciencia y de la ciencia misma por parte del resto de la sociedad.

Hoy en día, no son pocas las encuestas que todavía muestran un considerable déficit popular de cultura científica y, en general, un desinterés de la población iberoamericana por la ciencia, sus productos y sus instituciones. Esa percepción social está relacionada con el poco peso que aún tiene la cultura científica en la política y la economía de los distintos países. De hecho, si bien durante los últimos 25 años la región iberoamericana ha experimentado un considerable avance económico y cultural en el que la ciencia y la tecnología han desempeñado un papel fundamental, estas han sido en gran parte recursos importados. Huelga decir que en nuestra región existen aún importantes deficiencias educativas y, en general, una baja presencia de la ciencia en los medios de comunicación.

La situación iberoamericana es un claro ejemplo de por qué la cultura científica es todavía hoy un tema político de primera magnitud en el incremento de la riqueza cultural y material de ciertas naciones. Casi todos compartimos aún la necesidad de llevar la ciencia a las instituciones, a las empresas y a los ciudadanos. En este sentido, mejorar las políticas y el sistema productivo, incentivar vocaciones científicas en los jóvenes, elevar la cultura científica de los ciudadanos, incrementar la valoración y apoyo públicos de la ciencia, etc., son algunas medidas que han de ser implementadas. Con tal objetivo, podemos rescatar, finalmente, algunas de las consideraciones que hemos ido revisando en este trabajo:

- En primer lugar, los ciudadanos necesitan disponer tanto de información científica como de otros conocimientos que les permitan hacer uso de los mejores elementos de juicio posibles en tanto personas consumidoras, padres, empresarias o trabajadoras. En este sentido, debemos partir de una definición de cultura científica que nos ayude a tomar nuestras decisiones a diario, las cuales van desde qué comprar en el supermercado hasta aceptar, o no, a exponernos a una tecnología médica concreta.

- En segundo lugar, generar con éxito ese tipo de cultura científica en la ciudadanía es un proceso mucho más complejo que una simple cuestión de alcanzar cierto nivel de competencia, medible mediante cuestionarios tipo test. Se trata, más bien, de implementar acciones que tengan en cuenta que el sujeto del proceso de aprendizaje integra los elementos intelectuales adquiridos en un sistema propio de creencias y actitudes, entre los que tienen también una gran relevancia otros factores cognitivos y psicológicos, y respecto de los cuales, además, el involucrarse personalmente adquiere una importante influencia.
- En tercer lugar, una cultura científica que se precie de responder a los anteriores requisitos ha de concebirse entonces, e igualmente, como una forma de cultura crítica y responsable. Es decir, tiene que incluir información no solo acerca de los beneficios potenciales de la ciencia sino también de sus incertidumbres, de sus riesgos y de los interrogantes éticos que pueda plantear. De la misma forma, la cultura científica popular debe ser un elemento cultural potenciador en los individuos de este tipo de cuestionamientos y de una actuación social en consecuencia.

56

Durante demasiado tiempo una pared de cristal ha separado la enseñanza de las ciencias de la enseñanza de las humanidades. Aquel era un mundo de hechos, de conocimiento fáctico y natural, y este de valores, de opiniones falibles. Es una distinción que refleja la más tradicional separación de hechos frente a valores que está a la base de cosas tales como la consideración del conocimiento científico-tecnológico como una esfera separada de la cultura y la sociedad, sujeta a su propia lógica y ajena a influencias políticas o ideológicas. Hecho que, a su vez, ha posibilitado durante décadas la viabilidad en democracia de modelos tecnocráticos de gestión de aquellos ámbitos públicos vinculados a ese conocimiento (SANZ MERINO, 2008).

Sin embargo, si algo nos ha enseñado la investigación CTS en los últimos 30 años es lo insostenible de esa separación rígida entre los mundos factual y valorativo. Del mismo modo que nuestra producción de juicios de valor está basada en la consideración de los hechos, nuestra comprensión de los hechos (también) está mediada por nuestra posesión de valores. No hay un mundo de los hechos libre de valores, del mismo modo que no hay una eficiencia absoluta no dependiente de algún fin o propósito. De la misma forma, aprender a hacer ciencia y aprender a usar la tecnología, o simplemente conocer cómo ellas funcionan, son también prácticas vinculadas a la valoración de estas así como a su comprensión como actividades que son ellas mismas importantes acercamientos valorativos hacia el mundo y la sociedad.

Por todo ello consideramos que ni el contenido ni el significado de cultura científica pueden simplemente restringirse a un conjunto de saberes científicos y destrezas tecnológicas, sino que su significatividad está vinculada a su potencial para generar opiniones, decisiones y acciones ciudadanas igualmente justificadas y motivadas por consideraciones sociales y humanísticas. Esta es la visión desde la cual creemos ha de ofrecerse la definición de cultura científica y desde la misma ofrecemos nuestra propuesta sobre la misión que ha de tener hoy en día la educación para la cultura científica: la de formar ciudadanos que tengan conocimiento del papel y dimensiones sociales de la ciencia y la tecnología, capacitándolos para actuar en su vida diaria, así como motivándolos para involucrarse en los debates sociales y políticos sobre estos temas. Todo ello requiere, en nuestra opinión, hacer de las aulas lugares de aprendizaje crítico, de protagonismo social y de participación cívica; en suma, hacer de los centros educativos, a través del encuentro entre el conocimiento y la acción, laboratorios de práctica democrática.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUER, Martin W., ALLUM, N. y MILLER, S. (2007). «What Can We Learn from 25 Years of PUS Survey Research? Liberating and Expanding the Agenda». *Public Understanding of Science*, vol. 16, n.º 1, pp. 79-95.
- BUCCHI, M. (2008). «Of Deficits, Deviations and Dialogues: Theories of Public Communication of Science», en Massimiano BUCCHI y Brian TRENCH (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Nueva York: Routledge.
- y TRENCH, B. (2008) (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Nueva York: Routledge.
- BUSH, V. (1945). *Ciencia: la frontera sin fin*. Informe. Oficina de Investigación y Desarrollo Científico. Washington, DC: United States Government Printing Office. Disponible en: www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm.
- CASTELLS, M. (1996). *La era de la información*, 3 vols., Madrid: Alianza.
- CHOPYAK, J. y LEVESQUE, P. N. (2002). «Community-Based Research and Changes in the Research Landscape». *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 22, n.º 3, pp. 203-209.
- COLLINS, H. M. y EVANS, R. (2002). «The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience». *Social Studies of Science*, vol. 32, n.º 2, pp. 235-96.
- DURANT, J. y OTROS (2000) «Two Cultures of Public Understanding of Science and Technology in Europe», en Meinolf DIERKES y Claudia VON GROTE (eds.), *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- FIORINO, D. J. (1990). «Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms». *Science, Technology, & Human Values*, vol. 15, n.º 2, pp. 226-43.
- FISCHER, F. (2000). *Citizens, Experts, and the Environment: The Politics of Local Knowledge*. Durham-Londres: Duke University Press.

- FULLER, Steve (2001). «¿Se han extraviado los estudios de la ciencia en la trama kuhniana?: sobre el regreso de los paradigmas a los movimientos», en A. IBARRA y J. A. LÓPEZ CEREDO (eds.). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva-OEI.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I., LÓPEZ CEREDO, J. A. y LUJÁN, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- HACKETT, E. y OTROS (eds.) (2007). *Handbook of Science and Technology Studies*, 3.ª edición. Londres: Sage.
- HART, E. P. y ROBOTOM, I. (1990). «The Science-Technology-Society Movement in Science Education: A Critique of the Reform Process». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 27, n.º 6, pp. 575-88.
- HERRERA, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI.
- IRWIN, A. (1995). *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. Londres: Routledge.
- JASANOFF, S. y OTROS (eds.) (1995). *Handbook of Science and Technology Studies*. Londres: Sage.
- JOSS, S. y DURANT J. (eds.) (1995). *Public Participation in Science: The Role of Consensus Conferences in Europe*. Londres: Science Museum/European Commission Directorate General XII.
- LEWENSTEIN, B. (1995): «Science and the Media», en S. JASANOFF y OTROS (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*. Londres: Sage, pp. 343-360.
- LÓPEZ CEREDO, J. A. (ed.) (2003). *La democratización de la ciencia*. San Sebastián: Erein.
- y LUJÁN, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- (2004). «Cultura científica y participación formativa», en F. J. RUBIA y OTROS (eds.). *Percepción social de la ciencia*. Madrid: Academia Europea de Ciencias y Artes/UNED.
- LÓPEZ CEREDO, J. A. y CÁMARA HURTADO, M. (2009). «La cultura científica en España», en M. J. ARIAS-SALGADO (coord.), *El español, lengua para la ciencia y la tecnología. Presente y perspectivas de futuro*. Madrid: Santillana-Instituto Cervantes.
- LÓPEZ CEREDO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- LÓPEZ CEREDO, J. A., MÉNDEZ SANZ, J. A. y TODT, O. (1998). «Participación pública en política tecnológica: problemas y perspectivas», revista *Arbor*, vol. CLIX, n.º 627, pp. 279-308.
- MANSOUR, N. (2011). «Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education». *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 29, n.º 4, pp. 287-97.
- MARTÍN GORDILLO, M. y LÓPEZ CEREDO, J. A. (2000). «Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS y su implantación educativa», en M. MEDINA y T. KWIATKOWSKA (eds.), *Ciencia, tecnología / naturaleza, cultura en el siglo XXI*. Barcelona: Anthropos.
- MARTÍN GORDILLO, M., OSORIO C. y LÓPEZ CEREDO, J. A. (2001). «La educación en valores a través de CTS», en HOYOS VÁSQUEZ y OTROS, *La educación en valores en Iberoamérica*. Madrid: OEI.
- MILLER, J. D. (1983). «Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review». *Daedalus*, vol. 112, n.º 2 (primavera), pp. 29-48.

- (2000): «The Development of Civic Scientific Literacy in the United States», en D. D. KUMAR y D. E. CHUBIN (eds.), *Science, Technology and Society. A Sourcebook on Research and Practice*. Nueva York: Kluwer Academic-Plenum Publishers, pp. 21-48.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1993). Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), Orden del 19 de enero de 1993, *Boletín Oficial del Estado* (BOE), Madrid.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NCF) (1998). «Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding». *Science & Engineering Indicators 1998*. Disponible en: www.nsf.gov/statistics/seind98/pdfstart.htm, [consulta: 2004].
- PEARCE, J. M. (2001). «The Use of Self-Directed Learning to Promote Active Citizenship in STS Classes». *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 21, n.º 4, pp. 312-21.
- PETERS, H. P. (2008). «Scientists as Public Experts», en Massimiano BUCCHI y Brian TRENCH (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Nueva York: Routledge.
- PETERSEN, J. C. (ed.) (1984). *Citizen Participation in Science Policy*. Amherst: University of Massachusetts Press.
- PRICE, R. F. y CROSS, R. T. (1995). «Conceptions of Science and Technology Clarified: Improving the Teaching of Science». *International Journal of Science Education*, vol. 17, n.º 3, pp. 285-93.
- RENN, O., WEBLER, T. y WIEDEMANN, P. (eds.) (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation*. Dordrecht: Kluwer.
- RIP, A., MISA, T. y SCHOT, J. (eds.) (1995). *Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment*. Londres: Pinter.
- ROW, G. y FREWER, L. (2000). «Public Participation Methods: A Framework for Evaluation». *Science, Technology and Human Values*, vol. 25, n.º 1, pp. 3- 29.
- SANZ MERINO, N. (2008). «Apropiación política de la ciencia: origen y evolución de una nueva tecnocracia». *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 4, n.º 10, pp. 85-123.
- (2011). «Cultura científica: ensoñación de democracia», en A. MENÉNDEZ VISO y J. GIL MARTÍN (eds.). *La somnolencia de la razón. Reflexiones sobre organización social, economía y bienestar en tiempos de crisis*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- SOLOMON, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham: Open University Press.
- TYTLER, R., DUGGAN, S. y GOTT, R. (2001). «Public Participation in an Environmental Dispute: Implications for Science Education». *Public Understanding of Science*, vol. 10, n.º 4, pp. 343-64.
- VISIONS COMMITTEE REPORT (2003). Documento de trabajo, S. Fuller (chair), Society for Social Studies of Science (4S).
- WEBLER, T. y TULER, S. (2002). «Unlocking the Puzzle of Public Participation», *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 22, n.º 3, pp. 179-89.
- WITHNEY, S. B. y DAVIS, R. (1999). *News Media Study, 1957*. Ann Arbor, MI: Inter-university Consortium for Political and Social Research.
- YAGER, R. E. (1996). *Science/Technology/Society as Reform in Science Education*. Albany, Nueva York: State University of New York Press.