

Cultura científica y educación

María Luisa Ortega

Ponencia presentada en el Congreso de Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, UADY
Mérida, Yuc., febrero de 2003.

La cultura científica se ha convertido en los últimos años en un concepto en boga manejado frecuentemente por organismos públicos relacionados con las políticas tecno-científicas y por muchos proyectos y programas de reforma e innovación educativa. De hecho, la cultura científica ha pasado a ocupar un papel central en los objetivos que deben guiar la educación científica en etapas de enseñanza obligatoria y preuniversitaria en buena parte de los diseños curriculares a nivel internacional.

El concepto, sin embargo, no deja de ser ambiguo. Su éxito y difusión, como han afirmado algunos autores (Medina, 2001), está relacionado, sin duda, con el creciente interés por la diversidad cultural y la interculturalidad y por el lugar que las innovaciones científicas han alcanzado en la configuración global de las culturas, donde la comprensión de la tecnociencia y de los cambios que genera es indisoluble del conocimiento y análisis de las sociedades contemporáneas. Pero también responde a las transformaciones que se han producido en la percepción social y pública de la ciencia al menos desde la década de 1970, transformaciones que se han operado gracias a diversos factores. En primer lugar, a partir de los años 60 se produce una creciente sensibilidad social y una preocupación política por las consecuencias de una ciencia y una tecnología fuera del control de los ámbitos de decisión ciudadana. Aparece el llamado “síndrome de Frankenstein”

(López Cerezo-Sanchez Ron, 2001), una actitud que nunca estuvo ausente en las relaciones entre la ciencia y la sociedad desde los orígenes de la modernidad, como muestra la historia de las imágenes y los imaginarios sobre la ciencia en la cultura popular y la alta cultura (no en vano el síndrome toma el nombre de la novela de Mary Shelley, uno de los ejemplos más destacados de esta tradición). Estas actitudes recelosas respondían a la desconfianza y a los miedos implícitos en la sociedad ante el poder de un conocimiento ilimitado. Pero, a partir de las décadas de 1960 y 1970, y en relación con la aparición de movimientos sociales e intelectuales críticos al industrialismo, como el movimiento ecologista o las luchas contra los usos civiles y militares de la energía nuclear, se pone en cuestión la tradicional ecuación por la que el progreso científico y tecnológico estaban indisolublemente ligados al bienestar y al desarrollo de las sociedades (aún más cuando la gran mayoría de los habitantes del planeta quedaban al margen de ello (Ortega, 1998)). La participación ciudadana en las decisiones políticas en materia de ciencia y tecnología comienza a proponerse como una de las estrategias por las que la sociedad civil en países democráticos pretende modificar las desiguales relaciones entre la tecnociencia y la sociedad. Con ello se apuntaba a lo que algunos han denominado “el fin de la fiesta” para los científicos (López Cerezo-Sanchez Ron, 2001), en referencia al fin de la financiación incondicionada de

la investigación amparada en una confianza ciega ante la tecnociencia y los beneficios por ella generados. Este nuevo escenario demandaba la formación de los ciudadanos para asumir su nuevo papel de árbitro y poder participar informadamente al menos en la generación de una opinión pública en asuntos cruciales. De ahí surgió el concepto de “alfabetización científica” (*science literacy*), que a menudo se ha convertido en sinónimo problemático de la cultura científica, y que se ha convertido en el objetivo de diversas políticas de acción formativa y de comunicación científica en las sociedades industrializadas.

En este contexto socio-histórico nacen también las nuevas corrientes en los estudios sobre la ciencia, dentro de los cuales debemos hacer de referencia a dos áreas o tendencias específicamente vinculadas al tema que nos ocupa. En primer lugar, los denominados estudios de Comprensión Pública de la Ciencia (*Public Understanding of Science*) en cuyo seno se han llevado a cabo análisis sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología, se han desarrollado modelos internacionales de medición y evaluación de la alfabetización científica de los ciudadanos ((Miller et al., 1998), se ha generado todo un área de conocimiento sobre la comunicación científica y se han propuesto programas de innovación y mejora de los currículos escolares (Jekins, 1994; Sáez et al. 1998). En estrecha relación con estos problemas, pero con objetivos y perspectivas más amplias –de hecho los anteriores serían una rama de éstos-, se encuentran los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), un área de conocimiento que se institucionalizó académicamente en el ámbito universitario a partir de la década de 1980, y que ha llegado progresivamente a los currículos preuniversitarios –en la forma de reorientación del currículo de ciencias o como asignatura específica- precisamente desde la convicción de que la alfabetización científica de los ciudadanos no puede consistir únicamente en la comprensión de conceptos y contenidos básicos de la tecnociencia, sino que debe generarse también en los

estudiantes, cuales quiera que sean sus vocaciones profesionales, un conjunto de conocimientos, actitudes y valores en torno a la naturaleza de la ciencia –por ejemplo, la comprensión de la misma como una actividad humana y una práctica social como otras-, a las relaciones entre la ciencia y la sociedad y a los problemas de aplicación y evaluación social de sus productos.

Este escenario nos enfrenta a una nueva imagen de la ciencia que ha producido, a su vez, un cambio en las funciones sociales asignadas a su enseñanza y comunicación. Como ha ocurrido a lo largo de toda la historia, a los diferentes papeles que las prácticas científicas han desempeñado en la sociedad han venido aparejados diferentes perspectivas en lo que a su comunicación pública se refiere, concibamos ésta en el contexto de la educación formal o en contextos educativos no formales (divulgación científica por diferentes medios, desde la prensa o las revistas especializadas a los documentales televisivos y los museos y exposiciones).

Así, los abogados de la ciencia moderna allá por los siglos XVI y XVII, en un contexto de lucha por alcanzar la hegemonía frente a las formas tradicionales del saber y de conocimiento de la naturaleza, defendían la difusión y propagación de la ciencia –de sus conocimientos y de sus prácticas- proponiendo una suerte de puente que vinculara la alta cultura con la popular gracias al cual se trabajaría en pos del orden social: la enseñanza de la ciencia moderna disciplinaba las mentes, las orientaba hacia Dios a través del conocimiento de sus obras, conocimiento que además les haría comprender su lugar en el mundo y la sociedad, y las apartaba de otras actividades socialmente más peligrosas, fueran los pecados de la carne (Comenius, 1632/1988) o las revueltas contra príncipes, reyes o doctores (Jacob, 1987/1991).

Cuando la ciencia se dota realmente de unos instrumentos poderosos para su difusión, a través de los sistemas educativos y de otros medios de comunicación de conocimientos tecno-científicos y de sus valores asociados -lo que viene a acontecer desde

finales del siglo XIX y principalmente en las primeras décadas del siglo XX- la profesionalización de las prácticas tecno-científicas y su legitimación social como forma privilegiada de conocimiento y de actuación sobre el mundo natural ha dado lugar a una “ciencia ensimismada”, que parecía no tener que rendir cuentas y se mostraba como autosuficiente. Se había culminado el proceso de fractura entre la ciencia y otros ámbitos del saber y la cultura, entre la ciencia y sus públicos, que se iniciara siglos atrás (Núñez Jover, 2001), una fractura que negaba al lego cualquier autoridad epistemológica ((Feher, 1991). A la vez que la ciencia se legitimaba socialmente por sus pretendidas aportaciones al progreso, la civilización y la mejora de las condiciones de vida, se afirmaba como un conocimiento privilegiado –y por tanto diferente en su naturaleza a otras actividades sociales y culturales- gracias a la racionalidad, objetividad y neutralidad que dominaban sus prácticas y caracterizaban sus resultados.

Este escenario social para la ciencia ha determinado hasta muy recientemente el enfoque dado a la enseñanza y a la comunicación científica. Así la enseñanza de la ciencia, formal o informal, se ha basado en un modelo de relación que ha venido a denominarse de “déficit cognitivo” (Layton et. al): los alumnos o los ciudadanos tienen un déficit de conocimientos que debe subsanarse transmitiéndoles los conocimientos generados por la comunidad científica en una relación unidireccional, y es el mundo de la academia el que define y circunscribe los contenidos a enseñar e incluso, en ocasiones, determina la estructura y secuenciación de los mismos.

Este paradigma se pone de manifiesto cuando se analizan los esfuerzos por la mejora de la enseñanza de las ciencias en las décadas de los años 50 y 60, reformas que la literatura al uso acostumbra a relacionar temporalmente con el lanzamiento del Sputnik (1957), cuando algunos estados de los países desarrollados toman conciencia de la importancia de la formación tecno-científica en el mundo contemporáneo. Las reformas de los currículos en estos años fueron acometidas principalmente por los

científicos, confeccionando sus contenidos y sus estructuras desde arriba, partiendo de la ciencia misma y teniendo como objetivo formar a “pequeños científicos”. En España, el correlato tardío a estas reformas lo encontramos en la Ley General de Educación de 1970, que se gesta en estrecha relación ideológica y pragmática con el perfil tecnocrático de los últimos gobiernos de la dictadura franquista. Por su génesis, estas reformas no se plantearon cuestiones que hoy se consideran cruciales, tales como la diferencia que podía haber entre la enseñanza científica en niveles obligatorios o de educación general y la enseñanza científica propedéutica, preparatoria para la entrada en la universidad en el área de las ciencias.

Como apuntábamos anteriormente, el contexto y la actitud social ante la ciencia se ha modificado sustancialmente desde entonces. La sociedad ha comenzado a concebir de forma más compleja el papel de la tecnología y se ha visto obligada a diseñar mecanismos de alfabetización científica que van más allá de la asimilación de los conocimientos generados por la comunidad científica; los estudios sobre la ciencia nos han enseñado a mirar las prácticas tecnocientíficas como una actividad humana más, como una práctica social y como parte de la cultura contemporánea, con sus luces y sus sombras, sometidas a contingencias, sesgos e incertidumbres; además se ha sustituido ese modelo de déficit cognitivo, al que hacíamos referencia, por un modelo interactivo de relación entre la ciencia y la sociedad que hace más complejo e interesante cualquier proceso de comunicación científica (Logan, 2001), donde el conocimiento científico convive/compite con otras formas de conocimiento y de racionamiento aplicadas a la acción y a las situaciones cotidianas tan complejas como el pensamiento científico (Lyton et al. 1993) y donde los propios procesos de comunicación científica tienen influencia en la ciencia misma (Shinn y Whitley, 1985; Bucchi, 1998).

Estos cambios en la concepción académica y social de la naturaleza de la ciencia se han manifestado

en los enfoques de las reformas educativas puestas en marcha en diferentes países en los últimos años y cuyos nuevos objetivos y orientaciones que podíamos resumir en cuatro puntos fundamentales:

1. el objetivo de formar ciudadanos capacitados para participar en la toma de decisiones en materia de ciencia y tecnología, o al menos capaces de tener una opinión sobre cuestiones como la manipulación genética, el cambio climático o las energías alternativas, está presente explícita o implícitamente;
2. la necesidad de que los estudiantes no sólo aprendan *de la* ciencia (conceptos y procedimientos), sino también *sobre* la ciencia (Ziman, 1985), sobre cómo ésta produce sus conocimientos y cuál es el valor de los mismos, cuáles son los contextos de aplicación de sus resultados, qué implicaciones éticas puede aparejar su práctica o sus usos, etc., aparece como una preocupación, cuales quiera que sean las propuestas curriculares para cubrir ese espacio formativo;
3. la diferenciación entre la enseñanza científica de naturaleza propedéutica y la enseñanza de las ciencias como parte del bagaje cultural que todo ciudadano debe poseer, y preferiblemente de una forma integrada, tanto en relación con las diferentes ramas de la ciencia como con otras formas de producción cultural humana procedentes de la literatura, las lenguas o las artes, enfoque que debe orientar principalmente los niveles de enseñanza obligatoria (y quizás también la post-obligatoria);
4. el enfoque constructivista de su enseñanza, justificado y apoyado tanto por las nuevas tendencias didácticas como en los modelos interactivos de comunicación científica aludidos, que supone alterar un modelo unidireccional y transmisor por un proceso de negociación cognitiva de los conocimientos con las formas intuitivas, previas o alternativas de representación de los fenómenos naturales.

Algunos de estos enfoques han marcado la reforma educativa española iniciada por el gobierno socialista en la década de 1990 (hoy sometida a contrarreforma), que planteó el currículo de un nuevo tramo de enseñanza, la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), como la base de la cultura científica de las futuras generaciones. Asimismo reorientó los currículos científicos del bachillerato introduciendo, por ejemplo, la enseñanza del método científico y otras herramientas del pensamiento científico como contenidos para todas las asignaturas concernidas y creó la asignatura de *Ciencia, Tecnología y Sociedad* como materia optativa para el bachillerato de humanidades. Aunque han sido muchas las deficiencias en la implantación de esta reforma, y obviamente la plasmación de estos objetivos en las prácticas docentes efectivas ha sido desigual, muchos de estos enfoques han calado en amplias capas del profesorado que realmente creyó en que enseñar ciencias era algo más de lo que se venía haciendo y que había que hacerlo de otra manera.

Así, en un muy interesante estudio dirigido por María J. Sáez (Universidad de Valladolid), que evalúa los cambios en la enseñanza de las ciencias producidos por la reforma -y que se realizó en el marco del proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) sobre las innovaciones en la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología (Atkin, 1998)- se recogen fragmentos de entrevistas con profesores, alumnos y asesores reveladoras. En ellas se pone de manifiesto la preocupación de los docentes sobre para qué enseñar las ciencias y qué ciencias hay que enseñar, aspectos que hace tan sólo una década ni se planteaban, dado que la principal preocupación del profesor era qué hacer para que los alumnos entendieran la física, la química o las matemáticas de la forma más sencilla y eficaz posible, objetivo por otra parte nada desdeñaba.

Antes transmitía una ciencia de verdades – afirma una profesora española-, cuando empecé a darme cuenta de que la ciencia era una forma de interpretar la realidad o de reflexionar sobre ella y no un dogma. Antes,

cuando explicaba los modelos atómicos, les contaba cómo había evolucionado la idea del átomo, y al final la verdad era la última teoría; ahora lo que hago es el recorrido con los chicos de otro mundo, intento que vean cómo los científicos han dado distintas interpretaciones, que una no tiene mucho más valor que otras y que nunca se llegará a la verdad absoluta, y ellos dicen que quieren algo a lo que agarrarse (Sáez, 1998, p. 60)

La cita es sólo una muestra de actitudes generalizadas, pues el citado estudio concluye señalando que se han producido importantes cambios en la concepción que de la ciencia tienen los profesores: 1. se ha cambiado la concepción de la ciencia como saber académico de verdades por un concepto de ciencia en tanto que conocimiento socialmente construido e históricamente relativo; 2. se ha modificado una enseñanza centrada en la comprensión de los denominados conceptos básicos (la fuerza, el movimiento y sus leyes, la célula o el virus) a enfocar su enseñanza como formas de interpretar la realidad; 3. el uso de ejemplos sobre situaciones y casos de la vida cotidiana ha pasado a ser una constante; 4. y se han implementado actividades de laboratorio que ilustren el método científico experimental y ponen en juego el razonamiento científico. Dado que numerosos estudios han mostrado que la concepción que de la ciencia tengan los profesores, influye decisivamente en la forma en la que enseñan y en la que sus alumnos aprenden, esta transformación posiblemente tendrá importantes consecuencias.

Otros estudios apuntan a la confirmación de este cambio de actitud. Una investigación que evalúa las actitudes de los profesores de enseñanza primaria, secundaria y universitaria españoles sobre los contenidos de Ciencia, Tecnología y Sociedad, de acuerdo con los parámetros fijados por la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (Acevedo et al., 2002), arroja conclusiones que podrían sorprender,

pero que son comprensibles atendiendo al escenario que describimos. Según el estudio citado, los profesores de educación secundaria manifiestan una mayor sensibilidad y unas actitudes más cercanas a considerar la ciencia como una práctica social culturalmente incardinada y a comprender sus relaciones con la sociedad, superando no sólo a sus colegas de educación primaria sino también, lo que es más llamativo, a la conciencia que sobre estos aspectos poseen los profesores e investigadores universitarios.

Sin duda, la noción de enseñanza integrada de la ciencia a la que obliga el currículo tiene también un peso importante en esta modificación y ha supuesto un verdadero desafío para el profesorado de secundaria. Formados como especialistas en física, química, biología o matemáticas, nuestros docentes se han visto enfrentados al reto de trazar puentes interdisciplinares y, por ende, a reflexionar sobre qué ciencia enseñar para generar una cultura científica frente a la especialización profesional cada vez más compartimentada en la ciencia académica y universitaria. Así se manifestaba en una entrevista de 1993 recogida en el estudio citado una asesora del Centro de Desarrollo Curricular del Ministerio de Educación:

Cualquier alumno que termine la secundaria obligatoria reglada debe tener una cultura científica para que como ciudadano pueda interpretar mínimamente los fenómenos científicos y tecnológicos que suceden a su alrededor, tener una opinión propia sobre, por ejemplo, las centrales nucleares o la fecundación in vitro, sin que necesariamente tenga que saber, con mucho detalle, cómo funciona el aparato reproductor [...] pero sí saber cual es el problema ético y científico que subyace, de tal forma que se pueda mover en el mundo del siglo XXI. Creo que debe ser "ciencia para todos". La cultura científica que necesita un ciudadano ahora no es la misma que en la época de nuestros abuelos [...] Pienso que para interpretar el mundo de hoy

se necesitan unas herramientas científicas mínimas que no tienen por qué ser la ciencia académica en el sentido del rigor (Sáez et. al, 1998, p. 59)

Quizás como suele afirmar de manera sugerente y provocativa nuestro colega José Antonio Marina, una figura de relevancia en el panorama intelectual español y certero analista de las encrucijadas de la educación en el mundo contemporáneo, en estos momentos el mundo del saber se ha trasladado de la universidad a la enseñanza secundaria, pues es en ella donde los conocimientos realmente encuentran un espacio para integración y la interrelación epistemológica que permite visiones y concepciones globales del mundo y del conocimiento, aquello a lo que tradicionalmente hemos calificado como saber. Y éste se halla no sólo vinculado a transmisión o construcción de conocimientos, sino a la generación de capacidades intelectuales y emocionales que las diferentes grandes áreas del saber permiten desarrollar. Los contenidos, los conceptos científicos, como también se señala en el estudio dirigido por María J. Sáez, han dejado de ser el objetivo principal, y en su lugar se propone el desarrollo de capacidades específicas que el trabajo en las ciencias experimentales favorece, o conseguir que la lectura de obras de divulgación científica pueda convertirse en un compañero para el estudiante como lo debería ser la lectura de obras literarias.

Existe otro factor que permite comprender la mayor conciencia del profesorado de secundaria acerca de la naturaleza de la ciencia. Desde hace décadas, las reformas curriculares en la enseñanza de la ciencia han sugerido la introducción de la historia y la filosofía de la ciencia como instrumentos para enseñar mejor los contenidos (por ejemplo, la evolución de los conceptos o las teorías) y para alcanzar los nuevos objetivos de la educación científica, tales como mostrar la ciencia en contexto y como un proceso o llevar al aula nociones y reflexiones sobre las metodologías de investigación. Además, quienes apostaban por la enseñanza de una

ciencia más humanista, ligada a otros campos del saber y de la creación humana, apuntaron pronto por esta vía, una pieza más para dar sentido al concepto de cultura científica. De nuevo un reto para nuestros docentes, porque a duras penas estos contenidos están integrados en los currículos universitarios que los forman como especialistas y la formación de profesores debe enfrentarse con esa tarea (Ortega, 2000). Y nuestra experiencia en la participación en cursos de historia de la ciencia destinados a profesores de secundaria en ejercicio ha sido muy gratificante, dado que hemos podido comprobar el éxito y el interés que esta área de conocimiento despierta en este colectivo -sobre todo cuando se trabajan desde perspectivas transdisciplinares como la relación entre la ciencia y el arte, la ciencia y la literatura o la ciencia y el cine-, mientras que en nuestro ámbito universitario no termina de encontrar adecuados cauces de expansión y comunicación, a pesar del vigor y de la riqueza de perspectivas que los estudios sobre la ciencia han puesto de manifiesto en las últimas décadas.

Las reflexiones hasta aquí expuestas conforman un complejo mosaico con el que enfrentar el concepto de cultura científica y su relación con la educación. Alfabetización científica en contenidos mínimos, relaciones entre ciencia y sociedad, relaciones entre la ciencia y otras áreas de la cultura humana, capacidades de decisión y juicios de valor, ciencia académica *versus* ciencia para todos, ciencia integrada y dimensionada en su contingencia histórica, son muchas piezas y de engarce casi imposible. Y posiblemente podríamos afirmar que se ha construido una utopía al pesar que la escuela pueda cumplir con los objetivos que en algunos de estos ámbitos se proponen. ¿Cómo se puede conseguir que un adolescente sea capaz de evaluar y juzgar un artículo de información científica publicado en la prensa?

Pero lo mismo podríamos decir de las ambiciones de programas de decisión ciudadana a través de grupos de discusión. En las primeras experiencias realizadas en Suecia a propósito de la energía nuclear, los ciudadanos implicados se sentían

menos capacitados para tomar decisiones después de haber escuchado los argumentos de los expertos que antes del proceso de información. En los estudios sobre alfabetización científica se explica el fracaso por la falta de conocimientos (de nuevo el déficit cognitivo), pero otros sociólogos de la ciencia que analizan estos problemas apuntan a la dificultad intrínseca de la toma de decisiones en estas materias ante la compartimentación del saber científico contemporáneo. Los propios expertos, pertenecientes a áreas de conocimiento y especialidades científicas diferentes y a menudo con enfoques y objetivos investigativos divergentes, manifiestan opiniones distintas y ofrecen soluciones alternativas a los problemas desde la perspectiva de su nicho científico. Después de siglos de desautorización de la opinión frente a la ciencia, a la palabra del experto ¿cómo sentirse capaces de tamaña empresa?

Pero podemos seguir complicando más nuestro mosaico. La multiculturalidad es una realidad ineludible en nuestro mundo contemporáneo y los estudios sobre la ciencia llevan décadas estudiando las relaciones y enfrentamientos entre la ciencia occidental y las formas tradicionales de representación de la naturaleza, dentro del cual se ha generado un campo de investigación específico dedicado a la etnociencia o la ciencia indígena. En el ámbito de la investigación sobre la enseñanza de las ciencias, también son ya muchos los trabajos y los programas sobre cómo hacer convivir (o no) la ciencia occidental y la ciencia indígena o tradicional en los currículos¹, sobre todo en contextos socio-políticos fuertemente multiculturales. Porque tanto para sociedades multiculturales como para aquellas que, por los procesos migratorios, se enfrentan al reto de negociar la interculturalidad en las aulas, la existencia de formas alternativas de representación y actuación sobre la naturaleza, culturalmente determinadas y con derecho a no ser anuladas debe ser tenida en cuenta. El qué ciencia enseñar adquiere una nueva dimensión de gran complejidad ética y política. Y el concepto de cultura científica también. Los historiadores o antropólogos de la ciencia tienen pocas dudas al

respecto: hablar de cultura científica es hablar de la diversidad cultural y la ciencia. Pero otros sectores que a menudo evocan el término ¿tienen en mente algo más que la denominada cultura científica occidental, o se han planteado al menos este problema?

Para terminar con la presentación de este complejo panorama que delimita el campo de relación entre la cultura científica y la educación, compartiremos con el lector una última reflexión. Aún si la escuela y la educación formal en su conjunto consiguiera abrir una brecha frente a las relaciones tradicionales de la ciencia y la sociedad y generar esa suerte de cultura científica, habríamos conseguido una isla, quizás atractiva y prometedora, pero aislada. La forma en que los medios de comunicación siguen comunicando las noticias relativas a la ciencia y la tecnología redundan –a pesar de la ingente producción de reflexión teórica al respecto– en el uso de la retórica de los milagros, en la atomización de la información que impide la mirada de conjunto, la integración de la información en un marco global y por tanto la comprensión significativa de los fenómenos enunciados. Es cierto que han domesticado la imagen del científico y la han acercado a los ciudadanos, pero su trabajo sigue presentándose muy distante y diferente de otros oficios y actividades profesionales.

Los géneros escritos o audiovisuales especializados en la divulgación científica tampoco han avanzado demasiado en la línea indicada. Piénsese en los documentales que nuestras televisiones programan, que nos deslumbran con la belleza fascinante de sus imágenes, pero donde los conocimientos de la ciencia se dan como cerrados o acabados, enunciados por una Voz de Dios que casi todo lo sabe, y donde hay poco lugar para el debate de teorías alternativas o para mostrar la ciencia en su contexto de producción. En España, el único programa televisivo que apunta en esta última dirección, *Redes*, se emite rayando la madrugada. Y qué decir de aquellos museos de las ciencias que sustituyendo el panel por el juguete interactivo han creído pasar de manera automática del modelo tradicional al modelo interactivo de comunicación científica.

Sin duda, las generalizaciones son simplificadoras y a menudo injustas, porque de hecho hay espacios donde se están generando formas novedosas, interesantes y fructíferas de comunicación científica. Cuando se escribe este texto, por ejemplo, acaba de celebrarse en Madrid la IV Semana por la Ciencia, un proyecto de comunicación científica donde en un mismo espacio expositivo podemos escuchar a grupos de adolescentes explicándonos matemáticas a través de los juegos de estrategia africanos, cómo actúan los polímeros o la Vía Láctea y mantener una conversación distendida y a cualquier nivel con investigadores procedentes de los principales centros de investigación en España sobre cómo mirar por un microscopio electrónico o qué proyectos tienen en marcha.

No obstante, y a pesar de las excepciones, cuando lamentemos la poca capacidad de los

ciudadanos para entender el mundo en el que viven y del lugar que en él ocupa la ciencia, no deberemos hacer recaer sobre la educación toda la responsabilidad: los medios de comunicación y amplios sectores públicos y privados implicados en la gestión la cultural han puesto su granito de arena. Con esta cuestión que abriría un nuevo campo de análisis y discusión terminamos estas líneas con las que lejos de pretender ofrecer respuestas o conclusiones nos propusimos compartir algunos puntos de reflexión que creemos centrales para pensar el lugar y el papel de la educación en el mundo contemporáneo.

* Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto de investigación "Modelos de descubrimiento y modelos de invención: estudios sobre la actividad científica" (Ministerio de Educación y Cultura, DGES, BFF2000-097-02-01).

Referencias

- Acevedo, J., Vázquez, A., Acevedo, P. y Manassero, P. (2002). Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa*, nº30.
- Atkin, J. (1998). El proyecto de la OCDE sobre las innovaciones en la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología. En María J. Sáez Brezmes (Coord.). *La cultura científica, un reto educativo*. Madrid: La Muralla.
- Comenius (1632/1986). *Didáctica Magna*. Madrid: Akal.
- Chambers, W. (1999). Seeing a World in a Grain of Sand: Science Teaching in Multicultural Context. *Science and Education*, 8.
- Feher, M. (1991). Acerca del papel asignado al público por los filósofos de la ciencia. En Javier Ordóñez y Alberto Elena (eds.), *La ciencia y sus públicos*. Madrid: CSIC.
- Jacob, J. (1987/1991) "Por encanto órfico": la ciencia y las dos culturas en la Inglaterra del siglo XVII. En Javier Ordóñez y Alberto Elena (eds.), *La ciencia y sus públicos*. Madrid: CSIC.
- Jekins, E. (1994), Public understanding of science and science education for action. *Journal of Curriculum Studies*, vol. 26, no.6.
- Layton, D., Jenkins, E. Macgill, S., y Davey, A. (1993), *Inarticulated science? Perspectives on the Public Understanding of Science and Some Implication for Science Education*. Reino Unido, Yorkshire: University of Leeds.
- Logan, R. (2001). Scientific Mass Communication. Its Conceptual History. *Science Communication*, vol.23, no.2.
- López, J. y Sánchez, J. (eds.) (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI.
- Medina, M. (2001) Ciencia y tecnología como sistemas culturales. En López Cerezo y Sánchez Ron (eds.), *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI.
- Miller, J., Pardo, R., y Niwa, F. (1998). *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología. Estudio comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá*. Bilbao: Fundación BBV/Chicago Academy of Sciences.
- Núñez, J. (2001). Ciencia y cultura en el cambio de siglo. A propósito de C.P. Snow. En López Cerezo y Sanchez Ron (eds.) *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI.
- Ortega, M. (1998). Dinámicas de mundialización de la ciencia y culturas nacionales. Aportaciones al concepto de desarrollo desde la historia social de la ciencia. En Jesus Ferro Bayona et al., *Desarrollo Humano. Perspectiva siglo XXI*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Ortega, M. (2000). La naturaleza de la ciencia y la formación del profesorado. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa*, nº 24, enero-abril 2000.
- Sáez, M. (1998). La diversidad de los estudiantes: una evaluación de la reforma educativa en la secundaria obligatoria. En María J. Sáez Brezmes (Coord.). *La cultura científica, un reto educativo*. Madrid: La Muralla.
- Ziman, J. (1985). *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
-

¹ La línea editorial del *Internacional Journal of Science Education* es un magnífico indicador de la relevancia y la magnitud de los estudios que plantean la influencia de la cultura tradicional y la enseñanza de la ciencia occidental. Aunque son cada vez más numerosos los estudios y los programas sobre la ciencia indígena, y una simple búsqueda en Internet es el mejor ejemplo, permítasenos citar un trabajo de Wade Chambers (1999), historiador de la ciencia australiano con una admirable trayectoria como estudioso de la mundialización de la ciencia, que ha estado vinculado a dos interesantes proyectos en contextos de educación indígena.