

Sobre la formación científicotécnica de los ciudadanos (análisis de debates en línea entre profesores)¹

Y. Milachay ^(a), V. Soler-Selva ^(b), M. Cano-Villalba, A. Gras-Martí, M. Pardo, J.V. Santos,
J.M. Villalvilla, M.J. Caturla, J.A. Miralles, J.LI. Doménech, J. Pons, J. Mendoza Rodríguez ^(c)

Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant, Apt. 99. 03080 Alacant

^(a) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Prolongación Primavera 2390, Monterrico, Lima

^(b) IES Sixto Marco, Avda. Santa Pola, 6. 03203 Elx

^(c) ICE, Universidade de Santiago de Compostela, 15706 Santiago de Compostela, A Coruña

(c/e de contacto: ymilacha@upc.edu.pe)

Resumen

¿Qué significa educar científicamente en la sociedad actual?, ¿qué supone la alfabetización científica y tecnológica?, ¿estamos preparados los ciudadanos (los profesores, los alumnos, etc.) para tomar decisiones? Algunos ejemplos parecen indicar que no estamos suficientemente preparados y que la toma de postura en cuestiones que involucran una gran carga tecnológica, económica, política, social y humana no es fácil tomar posturas. Planteamos la necesidad de que los ciudadanos comiencen a recibir, en la etapa escolar, una formación adecuada y suficiente sobre la problemática de la gestión tecnocientífica para poder opinar y decidir ante situaciones de ámbito social que les acabarán afectando directa o indirectamente. Analizamos los foros de debate en línea entre profesores de física como un instrumento para el intercambio informal de opiniones y de información entre profesionales de la enseñanza (y sus alumnos). Los debates reflejan claramente las dificultades existentes para llegar a acuerdos mínimos sobre la importancia que se ha de dar en el currículum a las consecuencias sociales de la aplicación de los productos de la ciencia y la tecnología. Concluimos que la tarea que se le plantea al docente para comenzar a formar a los estudiantes en esas cuestiones no es fácil, y se ha andado aun muy poco camino en esa dirección. Presentamos algunas propuestas que comportan, necesariamente, cambios en la metodología que utilizamos para enseñar ciencias y la revisión de los contenidos que trabajamos.

¹ Trabajo para el Congreso Internacional: *Educación, Energía e Desenvolvemento Sostible* Santiago de Compostela, 28, 29 e 30 de Xuño de 2005: Energías alternativas y sus aplicaciones en las aulas en los diferentes niveles educativos.

1. Introducción: La alfabetización científicotécnica

Cada época parece imponer a sus individuos un uso particular de su inteligencia o un tipo especial de lógica para contemplar la actividad humana. En esta época de conciencia de las contradicciones y de las necesidades colectivas, y de búsqueda de acuerdos y compromisos de carácter global, se exige del ser humano no sólo conocimientos científicos pero también sensibilidad social para aplicarlos racionalmente. Sólo así se podrá llegar al ideal de la humanidad al que aspiran muchos: iguales oportunidades de crecimiento para todos, sobre la base de la cooperación y la comprensión de las diferencias.

En este trabajo planteamos la necesidad de que los ciudadanos comiencen a recibir, en los cursos de ciencia escolares, una formación adecuada y suficiente sobre la problemática de la gestión tecnocientífica que les incumbe directa o indirectamente, de manera que puedan opinar y tomar postura ante situaciones de ámbito social que lo requieran. Esta tarea docente, no lo ocultaremos, no es fácil por la variedad y complejidad que presentan los problemas con que se enfrenta la sociedad actual. Estas cuestiones se debaten permanentemente en la bibliografía (Acevedo, 2005): “[...] los docentes podemos contribuir a la alfabetización científica y tecnológica de los futuros ciudadanos...” (Fernández, et al., 2004), “[...] en el campo de la educación, con el objetivo de alfabetizar en ciencia y tecnología a ciudadanos que sean capaces de tomar decisiones informadas, implicando los consecuentes cambios en los contenidos y en el ámbito metodológico y actitudinal ... [se precisan conocimientos] que les permitan tomar decisiones informadas...” (López Cerezo et al., 1998).

Como físicos y como docentes nos planteamos, por tanto, ¿cómo debemos enseñar las ciencias desde estos condicionamientos? Según Acevedo (2004a):

“[...] pueden formularse finalidades de la enseñanza de las ciencias de carácter útil y eminentemente práctico (conocimientos de ciencia que pueden hacer falta para la vida cotidiana), democráticas (conocimientos y capacidades necesarios para participar como ciudadanos responsables en la toma de decisiones sobre asuntos públicos y polémicos que están relacionados con la ciencia y la tecnología), o para desarrollar ciertas capacidades generales muy apreciadas en el mundo laboral (trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades para comunicarse, etc.) y no solamente propedéuticas (conocimientos para proseguir estudios científicos)”.

La respuesta a la cuestiones anteriores ya ha sido dada en los foros internacionales. El Consejo de Europa, recogiendo las líneas básicas del Informe Delors (Darder Vidal, 2000), considera como elementos básicos de la enseñanza “[...] el desarrollo en el alumnado de las aptitudes necesarias para la sociedad del conocimiento, en un entorno de aprendizaje y enseñanza atractivo, capaz de facilitar la promoción de la ciudadanía, la igualdad de oportunidades, la cohesión social, la investigación, la cooperación y el intercambio a partir de la generalización del uso de otras lenguas”. En el caso de España, la Educación Secundaria Obligatoria tiene como finalidad (http://www.inicia.es/de/aptcv/pro_loce.doc) “[...] transmitir a todos los alumnos los elementos básicos de la cultura, formarles para asumir sus deberes y ejercer sus derechos y prepararles para la incorporación a la vida activa o para acceder a la formación profesional específica de grado medio o al bachillerato”.

Como ejemplo de las dificultades que la propuesta conlleva analizaremos los foros de debate entre profesionales de la enseñanza, y que refleja claramente las dificultades de llegar a acuerdos mínimos sobre las consecuencias sociales de la aplicación del conocimiento científico, y sobre cómo llevar estas temáticas al aula.

Iniciamos la presentación con dos ejemplos que muestran algunas de las dificultades que conlleva la toma de posturas ante cuestiones con implicaciones sociales y con fuerte componente tecnológico. A continuación, analizamos la opción de los foros de debate, como instrumentos potentes para el intercambio informal de opiniones y de información. En particular, de una de las listas sacaremos algunas conclusiones que incidirán en la complejidad del problema educativo planteado. Finalizaremos con algunas propuestas para iniciar el camino de formar a los estudiantes en esas cuestiones, una andadura que se prevé llena de dificultades y de retos para el docente.

2. Recursos para la educación científicotecnológica

¿Qué significa educar científicamente en la sociedad en que vivimos, qué supone la alfabetización científica y tecnológica?

¿Cuáles son las opciones que tiene el docente que desea contribuir a la formación integral de sus alumnos, de manera que sean capaces de enfrentarse a los retos y problemas acuciantes de la sociedad actual?

Existen varias formas de responder a estos interrogantes. Algunas propuestas buscan despertar el interés por el conocimiento y la investigación mediante el desarrollo de proyectos escolares que se extienden hacia el conocimiento del entorno. Tal es el caso de los trabajos desarrollados en la revista *Más Ciencia*, del Departamento de Educación y Ciencia del Gobierno de Aragón (<http://www.educa.aragob.es/salud/indiceunidadesmciencia.htm>), los cuales se apoyan en el proyecto SATIS (Science and Technology in Society), publicado bajo los auspicios de la Association for Science Education (ASE).

Otras propuestas involucran nuevas formas de enseñar, usando herramientas aportadas por las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Un ejemplo es el proyecto Advancing Physics (<http://physicsweb.org/article/world/12/10/7>), desarrollado en el Reino Unido. Los materiales curriculares desarrollados manejan las TIC intensivamente, utilizando para ello el tratamiento y procesamiento de imágenes, la aplicación de hojas de cálculo, el uso de programas de simulación, etc. Este proyecto ha generado libros de texto, acompañados de un CD-ROM, que son ampliamente utilizados en el bachillerato.

También en otros países han empezado a surgir proyectos educativos ambiciosos para la enseñanza de las ciencias basados en el uso de la Red (WWW). Citemos, por ejemplo, el Web-based Inquiry Science Environment (WISE, 2005). En este entorno digital los estudiantes trabajan en proyectos como, por ejemplo, los alimentos modificados genéticamente, la predicción de terremotos, o el misterio de las ranas deformes. Los estudiantes aprenden a participar en controversias científicas contemporáneas a través del diseño de soluciones, el debate y la crítica, y colaboran con grupos de alumnos de otros centros educativos.

Cada una de estas variantes responde a uno o más aspectos fundamentales de la educación científica ya señalados líneas arriba, y es deseable que, en un futuro cercano, se integren en el currículo estas formas de entender la enseñanza de las ciencias, así como las herramientas tecnológicas sobre las cuales se apoyan. Así podremos ofrecer a los alumnos la oportunidad de adquirir, analizar y transferir la información y el conocimiento, utilizando herramientas sofisticadas e integradas, que les permitan tener un panorama más completo de la evolución de la humanidad, a una escala global, desde la perspectiva de las ciencias.

Aunque estos proyectos (y muchos más que no es el momento de reseñar) están en diversas etapas de desarrollo, se puede afirmar que existe una amplia gama de fuentes de información a las que el docente puede recurrir con el fin de obtener datos y sugerencias concretas de uso en el aula. Podemos decir, entonces, que el problema actual del docente y del discente no es la falta de información ya que, a través de la Internet, se pueden encontrar multitud de recursos bibliográficos y de todo tipo y, también, es posible suscribirse a una variedad de revistas, boletines, listas de discusión, noticieros de prensa, etc., que envían regularmente información en forma de correo electrónico. Además, con las listas de distribución se puede conseguir ayuda proporcionada por colegas de todo el mundo, quienes tienen que abordar en sus aulas las mismas preocupaciones y problemas que nosotros. Sin embargo, es importante acotar que un fenómeno muy extendido en la Internet es la proliferación de información científica destinada al consumo popular y, a veces, esta información contiene errores conceptuales gruesos, los cuales, además, con relativa frecuencia se presentan con una mala redacción, tanto en el plano lingüístico como en el plano tecnicocientífico (Pardo et al., 2004).

A continuación presentaremos unas reflexiones sobre la preparación científicotécnica que tenemos los ciudadanos para tomar decisiones y más tarde analizaremos los debates en línea entre profesores de física, con el objetivo de poner sobre la mesa algunas de las opciones con que cuenta el docente para llevar a cabo su tarea, y comentar las precauciones que deben guardar en ésta.

3. ¿Estamos preparados para tomar decisiones?

Vamos a dar dos ejemplos concretos que parecen indicar que la toma de postura en cuestiones con gran carga tecnológica, económica, social, etc., no es fácil. El primero, es de un responsable de medioambiente que prologa un libro. El segundo, refleja la opinión de una experta en enseñanza de la física.

Un español, director de la agencia europea de medioambiente, con sede en Copenhague, en el prólogo al libro *¿Qué es la contaminación electromagnética?* de Auli (2002) entra en evidentes contradicciones que sólo comentaremos a título de ejemplo, para poner en evidencia una de las tesis de nuestro trabajo: la diferencia existente entre las afirmaciones o los enunciados de principios o de intenciones (más o menos huecos, según los intereses económicos, políticos o “docentes” de quien las emite), y la realidad de su comportamiento; o el trasfondo que saca a relucir un somero análisis del discurso que suele acompañar estas afirmaciones. Así, este gestor político afirma en el prólogo: “[...] el desarrollo sostenible es ahora un objetivo irrenunciable de la Unión Europea...” y más adelante declara: “[...] se exige no sólo el concurso del ciudadano para participar activamente en las decisiones políticas en la creciente democracia participativa, sino también su responsabilización como consumidor a la hora de elegir informadamente y de hacer uso de las nuevas tecnologías”. Ambas declaraciones son perfectamente asumibles por el colectivo de docentes (y por todos los ciudadanos). Sin embargo, unas líneas más abajo, este mismo responsable político escribe: “[...] ni me atreveré a hacer un juicio crítico o no de la publicación [del libro que prologa], que dejo a lectores y expertos más avezados”. ¿En qué quedamos? Tras la lectura (se supone) de un libro que libremente prologa, ¿el *Director de la Agencia Europea de Medioambiente* (!) se reconoce incapaz de emitir un juicio crítico? Creemos que los docentes hemos de tener la modestia y la clarividencia necesarias para no entrar en contradicciones similares ante nuestros alumnos. No deberíamos incurrir en el viejo vicio de aquel creyente que sermonea unos principios y los ignora en la práctica diaria. Mejor sería no predicar nada, sobre todo cuando estamos, profesionalmente, dedicados a la formación de gente joven, ciudadanos votantes y consumidores.

En cuanto al segundo ejemplo, citaremos a una conocida investigadora en la enseñanza de las ciencias quien escribió recientemente (Laws, 2005):

“[...] I also believe that it is unrealistic to expect most young students or even well educated adults to be sophisticated enough to evaluate many of the new ideas published in newspapers and magazines. I agree with Kevin that some of these skills can and should be taught. A prime example of articles that leave me uncertain are those that announce that studies have shown that food or drug X is harmless (or dangerous). A few years ago Michael Jacobson published an article in Nutrition Action about how nutrition research is typically done. He explains that the finding of preliminary studies [always] suggests that further studies costing more and more time and money are warranted and results [will then] become increasingly valid. And, he explains what the different types of studies involve and why some are more valid. Results presented in the popular press rarely tell readers about the nature of a given study or its validity. These are the kinds of things that students can be taught to think about. But, such teachings will only be meaningful to students who have already have some direct experience with doing science on a basic level.”

Por tanto, a no ser que cambiemos radicalmente los métodos y los contenidos que usamos para enseñar ciencias, no podremos conseguir los objetivos expresados en el punto inicial de este trabajo. Pero hay un problema añadido: la dificultad (científica) intrínseca de los temas aludidos. Lo explicaremos con un símil: es bien conocido de los profesores de ciencias de todos los niveles educativos que resulta difícil enseñar los conceptos de trabajo y energía. Una razón fundamental para estas dificultades es que son conceptos que manejamos en la vida diaria, y constituyen las llamadas preconcepciones (Gil Pérez et al, 1999). Por esta misma razón, incluso profesores y científicos en activo no los pueden explicar de manera sencilla. Se han hecho estudios en los que se preguntaba a varios científicos la diferencia entre conceptos “sencillos” como calor y temperatura, o que aplicaran sus conocimientos a cuestiones como las propiedades aislantes del papel de aluminio o de la lana, y todos dieron respuestas diferentes al complejo problema de los papeles relativos que juegan la convección, la conducción y la radiación en el enfriamiento de platos de metal o de porcelana (Jasien y Oberem, 2002).

En otra comunicación (Pardo *et al.*, 2005) hemos analizado el estado actual de conocimientos informales que tienen alumnos de varios niveles educativos, en temas no estrictamente curriculares, como los concernientes a los serios problemas energéticos y medioambientales que tiene planteados la sociedad. También hemos analizado algunos libros de texto de ciencias en búsqueda de las escasas actividades o lecturas que proponen los autores a los docentes, sobre la temática medioambiental y sobre la formación general científicotécnica de los alumnos.

Con el fin de aportar más elementos para un debate sobre la posibilidad de formar a nuestros alumnos en las complejas cuestiones con que se enfrenta la humanidad analizaremos aquí algunos debates en que participan principalmente profesores en activo. Analizaremos, pues, los puntos de vista (informales, también) de científicos, expresados en foros de debates de docentes y accesibles via Internet.

4. Ciberespacio y comunicación: listas de debates informales

A continuación discutiremos algunos resultados de los debates entre profesores, pero en primer lugar recordaremos brevemente qué son las listas de discusión digitales. Una de las posibilidades más interesantes de las TIC es la de cambiar las maneras como se desarrollan y se difunden los propios materiales educativos. Aunque muchos profesores enseñan de manera innovadora, muy pocos publican sus resultados, métodos y materiales, especialmente en la educación Primaria y Secundaria. Se trata de dar difusión y publicar materiales docentes, por ejemplo en forma de páginas web, tanto de los profesores ¡como de los alumnos!, pues conviene sacar provecho del efecto positivo que sobre los estudiantes tiene la posibilidad de mostrar sus tareas. Como hemos mencionado anteriormente, otra ventaja de las TIC es la facilidad con que podemos embarcarnos en proyectos con otros colegas del centro y nuestros alumnos comunes, o incluso de otros centros de cualquier parte del mundo.

En este sentido, las diferentes teorías sobre el aprendizaje incorporan diversos aspectos del conocimiento que se tiene de los procesos cognitivos asociados, pero todas admiten la existencia de una dimensión social vinculada a la adquisición del conocimiento (Crompton y Timms, 2002). El uso de la tecnología en la educación ha introducido, en particular, nuevas maneras de interacción social que pueden tener lugar en contextos en línea. Por ejemplo, mediante una lista de correo electrónico se pueden generar debates entre colegas docentes, y entre nuestros alumnos, contestar tutorías, confeccionar listas de preguntas más frecuentes (FAQ) con sus correspondientes respuestas, etc. La investigación muestra (Woodhouse, 1998, Arsham, 2002, Gras-Martí y Cano-Villalba, 2005) que la interactividad en línea entre estudiantes y entre aquellos y los profesores puede aportar un componente esencial en los cursos exitosos (tanto los desarrollados en formatos tradicionales como los desarrollados en línea, o los que aplican formatos híbridos). La implementación de estrategias de discusión asincrónica es, por lo tanto, compatible con un diseño del curso basado en modelos de aprendizaje cognitivo o constructivistas (Bruning, 1993; Gil Pérez *et al.*, 1999) donde el papel del profesor pasa de ser una fuente de información a ser una guía de aprendizaje, y los estudiantes se convierten en aprendices activos, involucrados en la (re)construcción de los conocimientos mediante la interacción entre ellos y con el profesor. La temática de este congreso, "Educación, energía y desarrollo sostenible", se presta particularmente bien a este tipo de actividades colectivas en el ciberespacio, relacionadas con el currículum de cada materia.

En este apartado nos centraremos en las listas de debate informales. La descripción siguiente la hemos adaptado, casi literalmente, de Rey Valzacchi (2003): Los administradores de listas de correo o servidores de lista son programas que se encargan de recibir los mensajes que cada integrante emite y reenviarlos a todo el grupo, aceptar suscripciones y bajas, otorgar ayuda, dar información acerca de los miembros, etc. Las listas de correo son una gran fuente de información y un "lugar" para conocer gente con nuestras mismas afinidades. Las listas de correo pueden ser abiertas o cerradas, así como moderadas o no. Es bien conocido el ciclo natural de vida de una lista de correo (Nagel, 2003), que pasa por los siguientes ciclos: entusiasmo inicial, proselitismo, crecimiento, comunidad, disconformismo con la diversidad, etc. Es este último aspecto, las posibles polémicas que se establecen en las listas de debate del mundo educativo respecto de cuestiones de orden social, el que más nos interesa en este trabajo.

Rey Valzacchi (2003) comenta en este punto concreto del ciclo de vida de una lista de debate, el

del crecimiento y la aparición de voces de disconformidad, que ocurre cuando el número de mensajes aumenta drásticamente, los debates ya no son los del interés de la mayoría y muchos participantes se lamentan acerca del "ruido" que hay en la lista. La persona N° 1 amenaza con irse de la lista si otras personas no se limitan al tema que la misma prefiere (y, supone, es el más interesante para la lista). La persona N° 2 concuerda con la persona N° 1. La persona N° 3 les dice a 1 y a 2 que aclaren su situación (con términos duros). Son más los mensajes "fuera de tópico" (contribuciones al debate que, en opinión del participante, no se ajustan a la cuestión planteada en un principio) y de discusiones entre los integrantes, que los de debate propios de la lista. Entonces, los puristas se enojan con todo aquel que incursiona en un tema "viejo", o responden con ironías a temas serios, y unos cuantos abandonan la lista enfadados. Es de destacar que en la lista que vamos a analizar, integrada por profesores de física (universitarios, en su mayoría), se ha dado a menudo el caso descrito anteriormente, donde algunos colisteros se enojan cuando se están tratando temas que se "salen" de la enseñanza de la física porque tienen implicaciones éticas, sociales, económicas. Esto sugiere que incluso los ciudadanos profundamente formados en los aspectos básicos y especializados de alguna ciencia pueden estar lejos de conseguir lo que se propone en este trabajo: ser capaces, como docentes, de formar a nuestros alumnos en aspectos de interés social relacionados con las aplicaciones de la ciencia y de la tecnología.

Añadiremos que las listas de discusión o de debate han estado presentes en Internet desde sus inicios y las hay por millares en la red, con una gran vitalidad y una tasa de mortandad semejante. Una sencilla incursión en el buscador Google (<http://www.google.com>) nos permitiría encontrar listas de debates sobre virtualmente cualquier tema que nos interese.

5. Análisis de algunos debates de la lista PHYSOC

Entremos, pues, en el análisis preliminar de una lista de debates de profesores de física. La lista que hemos elegido recibe el nombre de PHYSOC (Physics and Society)²; fue establecida hace varios años (noviembre de 2000) en la Universidad de Arkansas y ha permanecido activa hasta la actualidad. Para suscribirse hay que enviar un correo a listserv@listserv.uark.edu con la frase SUBSCRIBE PHYSOC. Los archivos de la lista, es decir, los mensajes intercambiados a lo largo de varios años, están en la siguiente dirección: <http://listserv.uark.edu/archives/physoc.html>.

Esta lista es una de cuatro que se ofrecen desde la misma Universidad sobre diversos aspectos de física. Es también la que mayor número de contribuciones tiene. Se trata de una lista temática formada mayoritariamente por profesores universitarios en ejercicio y se discuten principalmente cuestiones docentes o técnicas relacionadas con las materias correspondientes. Naturalmente, también surgen, de manera inevitable, las implicaciones sociales, medioambientales, éticas, históricas, etc., de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas. Y son estos últimos aspectos los que nos interesan en este trabajo por su carácter multidisciplinar y su relación con las cuestiones que estamos abordando relativas a la formación científicotécnica de los ciudadanos.

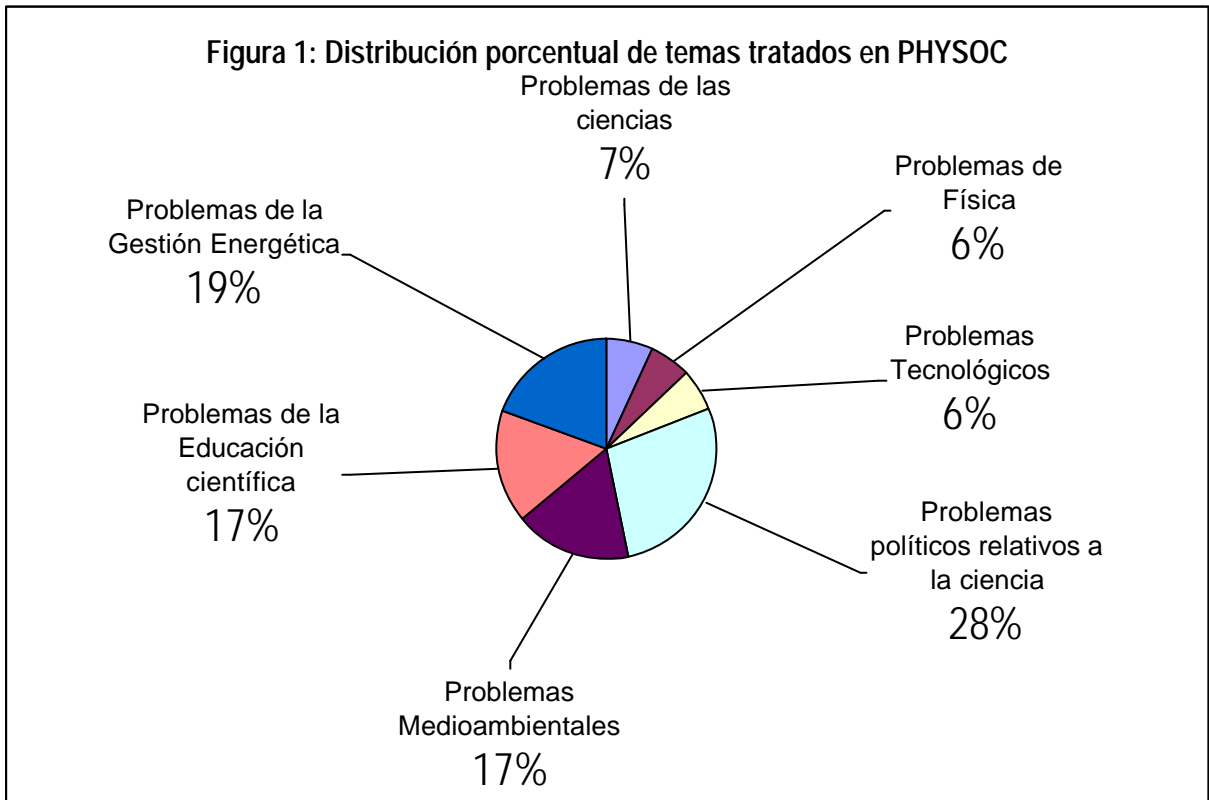
Se pueden analizar las listas de debate desde muchos puntos de vista (Ruth, 2004) (sociológico, epistemológico, didáctico, técnico, etc.), pero en esta breve comunicación nos fijaremos únicamente en algunos aspectos relevantes para el objetivo de nuestro trabajo. Un análisis de los temas debatidos en la lista PHYSOC permite agruparlos en los siguientes apartados:

- *Problemas de las ciencias en general.* Aquí se abordan temas relativos a los problemas a los que se enfrenta la ciencia contemporánea: desarrollo de la ciencia, gestión de la ciencia, ciencia y ética, etc.
- *Problemas de física.* Se tratan temas específicos de física: teorías físicas, galardonados, rol de la física en la sociedad, análisis de temas polémicos, etc.
- *Problemas tecnológicos.* Se discuten los problemas de la gestión tecnológica: impacto de la tecnología en la ciencia, el aporte de la ciencia al desarrollo tecnológico, la tecnología y el medio ambiente.

² Otra lista que se podría analizar, también de profesores de física, es PHYS-L. Los archivos de la misma, es decir, los mensajes intercambiados a lo largo de varios años, están en <http://lists.nau.edu/archives/phys-l.html>.

- *Problemas políticos relativos a la ciencia.* Se discute el impacto del desarrollo tecnocientífico en las naciones y gobiernos, se discute la política de gobierno (principalmente el de los EEUU, por razones obvias, pues la mayoría de los miembros de la lista son de aquel país), en lo que atañe a la ciencia y sus aplicaciones, y se mide el impacto económico de dichas medidas. Los temas están fuertemente ligados al problema energético.
- *Problemas medioambientales.* Se analiza el impacto en el medio ambiente de las prácticas tecnológicas, así como de las políticas adoptadas por el gobierno de EEUU al respecto.
- *Problemas de la educación científica.* Se comentan las políticas educativas que se deberían plantear en torno a los problemas tecnocientíficos.
- *Problemas de la gestión energética.* Se discute el problema de la energía y las políticas de su gestión.

La figura 1 muestra la distribución porcentual de debates correspondientes a cada uno de los apartados descritos, para el período que abarca desde noviembre de 2000 a abril de 2005. El total de temas discutidos durante este período es de 607. (Notemos que el total de mensajes intercambiados en la lista durante este mismo período es de varios miles; la media diaria de mensajes intercambiados oscila entre 20 y 40). Como vemos en la figura, la temática política, energética y de educación científica es predominante frente a cuestiones puramente curriculares (física, ciencias).



La primera constatación que se extrae del análisis detallado de los contenidos de los debates de la lista es que preparar a nuestros alumnos para que el día de mañana sean ciudadanos preparados científicamente, con capacidad de tomar decisiones, votar, etc., no es nada trivial. Si analizamos las contribuciones de esta lista de debate (aquellas que traten el problema de la energía, energías alternativas, sostenibilidad, etc.), veremos que los asuntos en cuestión son MUY complejos. Los participantes, muchos de ellos investigadores de primera línea y profesores de universidades prestigiosas, mantienen posturas encontradas que defienden con uñas y

dientes. A continuación, revisaremos a título de ejemplo uno de los temas más comentados en la lista de debates PHYSOC, el referido al problema energético.

La cuestión más comentada fue **Imagina un mundo en el que necesitemos menos energía** (Imagine a world where we need less energy). En el debate participaron los especialistas recogidos en PHYSOC (2003). El debate se desarrolló en el mes de setiembre de 2003, tuvo 31 participaciones y fue visitado 8165 veces (es decir, personas de la lista o de cualquier procedencia, con acceso a Internet, entraron ese número de veces a leer alguno de los mensajes).

Planteamiento Inicial: ¿Cómo sería la vida en un mundo en el que se utilice menos energía?

Se inició el debate con esta pregunta: ¿Cómo sería el mundo y cómo sería la vida en él? La autora se responde (en traducción libre nuestra, y tras recortar elementos accesorios de los debates): Para el individuo medio significaría tener un lugar de trabajo cercano, tener cerca mercados, vivir en casas diseñadas para optimizar el uso de los recursos energéticos naturales. Ciudades compactas, vecindarios autosuficientes, áreas recreacionales cercanas a las viviendas para ahorrar combustible, ciudades hermosas para que el ciudadano no sienta la necesidad de adquirir otra casa "lejos de allí". En otras palabras, optimizar las actividades para que se utilice cada vez menos energía.

Primer problema: ¿Cuál es el costo energético de la vida actual? ¿Se podrá mantener en condiciones del incremento de la población mundial?

Algunos opinaron que la reducción de energía en actividades innecesarias es pertinente por cuanto, por ejemplo, el 20% de la comida en EEUU es producida en el exterior. Señalaron como un problema que podría impedir la adopción de medidas que regulen la reducción del despilfarro energético el hecho de colisionar con una política de importar personas y exportar trabajo, que desarrolla un modelo educativo que minimiza la importancia de la agricultura y la labor agrícola, que propugna la universalización del modo de vida norteamericano al resto del mundo.

Sostienen que un modelo que promueve el derroche energético no se puede extrapolar a todo el mundo sin que colapse el sistema, ya que se calcula que por cada caloría consumida se han gastado 5-10 calorías en la producción del bien de consumo correspondiente. Sostienen también que los comentarios de que la actividad agrícola es cada vez más eficiente en los EEUU son banales pues se sabe que la eficiencia de la agricultura varía entre el 10 y el 20% y es una cantidad que va en disminución.

Segundo problema: ¿Qué porcentajes de reducción en el consumo energético deben considerarse al analizar el problema?

Los participantes consideraron que es posible realizar cambios mínimos en la calidad de vida en los EEUU que serían capaces de reducir el consumo de la energía entre un 25 y un 30%. Sin embargo, los costos de estas conversiones serían grandes y no es seguro que se quiera invertir en ellos.

Señalaron que existen dos factores que ahondan el problema:

- 1) El crecimiento actual de la población de EEUU a un ritmo del 1% anual empantana todo intento por aumentar la eficiencia energética.
- 2) La energía mundial debería crecer entre un 100% y un 300% anualmente para que la humanidad pudiera alcanzar estándares de vida modernos. Este hecho se debe a que el promedio mundial de consumo anual es de 17 000 kWh/año/persona (en EEUU el consumo es de 83 000 kWh/año/persona, pero Japón, con sus tácticas de conservación de la energía, no llega a los 40 000 kWh/año/persona).

Tercer problema: ¿Debe existir un control del crecimiento de la población mundial?

Al parecer, este tema resultó muy polémico. Cada participante tuvo su propio punto de vista. Entre éstos se pueden citar los siguientes:

- Debe influirse en la tendencia del crecimiento de la población mundial a través de los mecanismos de la política exterior norteamericana.

- Es un asunto que no debe preocupar mucho por cuanto las guerras internas y regionales son mecanismos eficaces de control de la población.
- Los cambios en el consumo energético, a fin de proporcionar la energía necesaria como para que todos puedan beneficiarse, deben partir de la iniciativa de las mismas personas.

Cuarto problema: ¿Se debe buscar nivelar el consumo de energía entre todos los países, o los ricos deben seguir siendo ricos y los pobres deben seguir siendo pobres?

Un investigador opinó lo siguiente: 'Si se mantiene la relación entre países pobres y ricos se podría mantener el nivel de crecimiento de la oferta energética, pero si se quiere nivelar el consumo de energía, para una población de 9 000 millones de personas, a un equivalente de 30 000 kWh/año/persona, que es el nivel de consumo de Korea, se requerirá 270 x 10¹² kWh/año/persona". Se preguntó: "¿qué tipo de tecnología podría proporcionar esta enorme cantidad de energía?"

El investigador afirmó que los cálculos hechos sobre las diversas tecnologías usadas actualmente por el hombre indican que, sea cual sea dicha tecnología, la propuesta de igualdad en la distribución de los recursos energéticos entre los países pobres y ricos será inviable.

El tabú: La política económica de los gobiernos occidentales no consideran el tema del control del crecimiento de la población en su agenda, porque sus economías están basadas en el crecimiento de una población de consumidores.

La autora del tema de debate afirmó que la política económica de los países occidentales hace del tema del control poblacional un tabú, ya que la economía occidental se basa en un precepto: el crecimiento de la población. Necesitan poblaciones cada vez más grandes para tener una mayor capacidad de ganancia económica.

Señalan que los países desarrollados deben enfrentar dos realidades:

- 1) Una población estable, que requerirá de una economía exitosa.
- 2) Descubrir métodos de obtención de energía suficientes como para poder hacer sostenible el crecimiento de una población, que no se detendrá hasta los 9 000 millones y que en 200 años requerirá del triple de energía actual. ¿Los métodos de obtención de energía serán suficientes?

Y un apunte final: En condiciones del aumento de la población mundial, ¿de qué se debe hablar... de uso eficiente de la energía o de mayores recursos energéticos?

Todos los participantes en los debates coincidieron en señalar que la solución del problema pasa por considerar las dos formas de conseguir energía adicional:

- 1) Deben proponerse políticas de estado tendentes a la búsqueda de un uso eficiente de la energía.
- 2) Deben buscarse fuentes de energía alternativas que permitan ir cubriendo el déficit energético que se tendrá con la disminución de los recursos energéticos fósiles.

Dejamos para una comunicación futura la presentación de argumentos y contraargumentos sobre cada una de las posturas reseñadas, pero podemos afirmar que los debates resultaron vívidos y con fuertes discrepancias. Y los estereotipos mencionados por Rey Valzacchi se reprodujeron fielmente en la lista.

6. Conclusiones

La formación científico tecnológica de los ciudadanos es uno de los objetivos del modelo educativo vigente y su promoción debe ser un tema prioritario, por cuanto es la base de una educación para la toma de decisiones que atañen al desarrollo de la sociedad, las cuales deben ser tomadas en base a los valores universales aceptados actualmente.

Existen esfuerzos aislados e incipientes por promover una educación científica para el ejercicio pleno de la ciudadanía. Estos proyectos educativos buscan integrar las TIC y la investigación

escolar como medios a través de los cuales es posible la adquisición, el intercambio y el procesamiento de la información y el conocimiento, tanto en el ámbito local, así como en el nacional y el internacional. Es deseable marchar en la dirección de la integración de estos esfuerzos a fin de proporcionar a docentes y alumnos herramientas capaces de permitir la implementación de estos proyectos a escala masiva.

La Internet es un vehículo eficaz para la adquisición y procesamiento de la información así como para el intercambio de opiniones, pero también puede ser fuente de proliferación de desinformación y errores conceptuales. Es recomendable que se promueva, a nivel institucional, la publicación de documentos de calidad, tratándose, en lo posible, de que dichos documentos cuenten con una metadata didáctica apropiada (en qué momento del proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser utilizado, para qué nivel educativo es adecuado, qué logros se pueden alcanzar con su aplicación en el aula, etc.), y, de ser posible, empaquetados en formatos, como SCORM (2005), que permitan su uso en entornos digitales educativos (aulas virtuales, portales educativos, etc.) como el que están desarrollando algunos colectivos de docentes (por ejemplo, la asociación tic@t, <http://ticat.ua.es/fcp-cursos>).

A la vista del debate de la lista PHYSOC, expuesto de una manera sucinta pero que refleja la complejidad de los temas tratados, es evidente que, para poder brindar una educación científicotécnica apropiada, los profesores de ciencias deben estar preparados para responder a interrogantes como los que abrían nuestro trabajo:

- ¿Qué y cómo se debe enseñar a los alumnos para resolver los dilemas que surgen en la sociedad del conocimiento?
- ¿Qué decisiones deberían considerarse válidas en el contexto del problema señalado?

La respuesta a estas interrogantes, como ya se ha señalado, es sumamente compleja. Nuevamente en palabras de Acevedo et al. (2004b):

“La capacidad para tomar decisiones puede ser educada y, de hecho, es un objetivo explícito de muchos currículos de ciencia. Sin embargo, para abordarla más adecuadamente parece necesario prestar mucha más atención de lo que habitualmente se hace en la educación científica a los aspectos culturales, sociales, morales y emotivos [...] y los actitudinales y axiológicos, tal y como viene pregonando, desde hace tiempo, el movimiento CTS para la enseñanza de las ciencias, que pretende educar para la participación ciudadana en los asuntos tecnocientíficos de interés social [...]”.

Esto significa, en el caso concreto de los problemas que nos preocupan, que el docente debe estar en condiciones de tener una postura propia acerca de los mismos, pero también debe tener una visión global de las posturas y las vías seguidas para solucionarlo, a fin de que esté en condiciones de ofrecer a sus alumnos una visión panorámica y real de los problemas.

Agradecimientos

Al ICE y a los Secretariados y Vicerectorados de *Qualitat i Harmonització Europea*, y *Tecnologia i Innovació Educativa* de la Universitat d'Alacant, por su apoyo para la realización de este trabajo y por la facilitación de un servidor propio, <http://www.fisica-basica.net>, <http://www.ticat.org>.

Bibliografía

Acevedo, J.A. (2004a). *Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 1, N° 1 (http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf, consultado 12-4-05).

Acevedo J.A., Acevedo, P., Manassero, M.A., Oliva, J.M., Paixão, M.F., Vázquez, A. (2004b). *Naturaleza de la Ciencia, Didáctica de las Ciencias, Práctica docente y Toma de decisiones tecnocientíficas*, Revista CTS+I, Organización de estados Iberoamericanos. (<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo21.htm>, consultado 11-3-05).

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J.M., Acevedo, P., Paixão, M.F., Manassero, M.A. (2005). *Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. una revisión crítica*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, N° 2, pp. 121-140. (http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Vol_2_Num_2.htm, consultado 4-05).

Arsham, H. (2002). *Impact of the internet on learning and teaching*. USDLA Journal, 16 (3). (http://www.usdla.org/html/journal/MAR02_Issue/article01.html, consultado 10-5-04).

Auli, E. (2002). *Qué es la contaminación electromagnética. ¿Pueden provocar cáncer las antenas? ¿Cómo debe ser una instalación eléctrica segura? ¿Son peligrosos los móviles?* RBA Libros, Barcelona.

Bruning, R. (1993). *A cognitive perspective on teaching and learning*. The Teacher Educator, 28, 24-40.

Crompton, P. y Timms, E. (2002). *Aprendizaje mediante ordenador: Hacia una tipología de la interacción educativa en línea*, Red Digital, 2. (<http://reddigital.cnice.mecd.es/3/index.html>, consultado el 20-IX-04).

Darder Vidal, P. *La educación del siglo XXI (Informe Delors)*. <http://www.ua-ambit.org/jornadas2000/Ponencias/j00-pere-darder.htm> (consultado 12-4-04).

Fernández; I., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P., Cachapuz, A., Praia, J., Salinas, J. (2004). *La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: un requisito esencial para la renovación de la educación científica*, http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/ed_ciencias_superacion_visiones_deformadas.pdf (consultado 2-5-05).

Gil Pérez, D., Carrascosa Alís, J., Dumas-Carré, A., Furió Mas, C., Gallego, R., Gené Duch, A., González, E., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Pessoa de Carvalho, A.M., Salinas, J., Tricárico, H., y Valdés, P. (1999). *¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?*, Enseñanza de las Ciencias, 17 (3), 503-512. (<http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v17n3p503.pdf> (consultado 18-2-04).

Gras-Martí, A., Cano-Villalba, M. (2005). *Debats i tutories com a eines d'aprenentatge per a alumnes de ciències: anàlisi de la integració curricular de recursos del Campus Virtual*, Enseñanza de las Ciencias, 23 (2), 167-180. (<http://ticat.ua.es/agm/recerca-divulgacio/debats-tutories.pdf>, consultado 19-3-05).

Jasien, P.G. y Oberem, G.E. (2002). *Understanding of Elementary Concepts in Heat and Temperature among College students and K-12 Teachers*. Journal of Chemical Education, 79 (7), 889-895.

Laws, P. (2005). *Subject: Evolution & Education*, contribución a la lista de debate physoc@listserv.uark.edu, 25/1/2005.

López Cerezo JA, Méndez Sanz JA y Todt O. (1998). *Participación Pública en Política Tecnológica. Problemas y Perspectivas*. (Arbor, CLIX, 627:179-308. Citado en La enfermedad de Chagas desde un enfoque CTS, Mariana Sanmartino, <http://www.campus-oei.org/salactsi/sanmartino.htm>, consultado 7-2-04).

Nagel, K. (2003). *The natural life cycle of mailing lists*, <http://archive.mail-list.com/shoptalk/msg00002.html> (consultado 12-3-05).

Pardo, M., Gras-Martí, A., Santos, J.V., Miralles, J.A., Celdrán, A., Cano-Villalba, M., Caturla, M.J., Domènech, J. Ll., Carbó, M., Soler-Selva, V., Mendoza Rodríguez, V., Milachay, Y. (2004). *Materiales (y cifras) para un debate energético, en el aula, sobre el desarrollo sostenible*, presentado en el Encuentro internacional educación y energía, Universidad Pedagógica “Enrique José Varona”, Cuba, Noviembre 2004.

Pardo, M., Milachay, Y., Soler-Selva, V., Cano-Villalba, M., Gras-Martí, A., Santos, J.V., Villalvilla, J.M., Caturla, M.J., Miralles, J.A., Doménech, J.Ll., Pons, J., Mendoza Rodríguez, J. (2005). *Conocimientos de los estudiantes, datos y materiales para un debate energético, en el aula, sobre el desarrollo sostenible*. (Presentación en este mismo congreso).

PHYSOC (2003): *Participantes en el debate que se analiza en la sección 5* Jane Jackson de Arizona State University, Albert Allen Bartlett de Colorado University, Rick Tarara del Saint Mary’s College, Robert Speers, Bob LaMontagne del Providence College, John Barrere, Fredrick Gram, Priscilla Laws del Dickinson College, Robert Greeney de Massachussets College, Zdeslav Hrepic de Kansas University, Thomas Gibbons, Bill Franklin, Bingamon Jhon, Morton Travel, Jim Nelson.

Rey Valzacchi, J. (2003). *Internet y Educación, aprendiendo y enseñando en los espacios virtuales*, <http://www.educoas.org/Portal/> (consultado el 12-12-04).

Ruth, A. (2004). *Learning at the screenface: a pentadic analysis of email discussion lists*. (Tesis Doctoral). <http://www4.gu.edu.au:8080/adt-root/public/adt-QGU20050316.170253/> (consultado 15-6-04).

SCORM (2005). *Sharable Content Object Reference Model*. <http://www.adlnet.org/> (consultado 6-5-05).

Woodhouse, R.A. (1998). *Strategies for improving learning*, <http://www.ualberta.ca/~rcunning/roswoodhouse.htm> (consultado 6-5-05).

WISE (2005). *Web-based Inquiry Science Environment* <http://wise.berkeley.edu/pages/intro/wiseIntro01.html> (consultado el 12-2-05).