

*El estudio de la energía en la educación
tecnológica: una ocasión privilegiada para
analizar la situación del mundo*.*

Javier López Alcantud
Daniel Gil Pérez
Amparo Vilches
Universitat de València

Eduardo González
Universidad de Córdoba
(Argentina)

Resumen:

El propósito de este trabajo es mostrar cómo el estudio de la energía constituye una ocasión privilegiada para abordar la situación del mundo y contribuir a una mejor comprensión de los problemas y las medidas que se pueden adoptar ante la actual situación de emergencia planetaria. Y se plantea como una contribución, desde el ámbito de la educación tecnológica, a los objetivos de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible que Naciones Unidas, ante la gravedad de los problemas, promueve de 2005 a 2014.

Palabras clave: Emergencia Planetaria; Interacciones CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente); Educación para la Sostenibilidad.

Abstract:

The purpose of this paper is to show how studying energy is an excellent opportunity to deal with the world's situation and to contribute to a better understanding of the problems and possible action to be taken in light of the current situation of planetary emergency. We approach this contribution to the objectives of the Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) being promoted by United nations from the field of technological education.

Key Words: Planetary emergency; STSE (Science-Technology-Society-Environment) relationships; Education for sustainability.

(Fecha de recepción: junio, 2004, y de aceptación: octubre, 2004)

* Este artículo ha sido concebido como contribución a la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible, instituida por Naciones Unidas para el periodo 2005-2014.

Introducción

El estudio de la energía se encuentra presente en los ámbitos más diversos de la educación científica. De la mecánica a la termodinámica, de las reacciones químicas a los procesos biológicos, de la electricidad a las reacciones nucleares, la energía se articula como núcleo esencial en cualquier currículo de educación científica. Su estudio es fundamental a la hora de comprender aspectos tan importantes como los procesos de unificación que tienen lugar en la ciencia o el funcionamiento de las máquinas e instrumentos que están presentes en todas nuestras actividades cotidianas. Muy especialmente, el estudio de la energía representa una ocasión privilegiada para abordar la situación del mundo y contribuir a una mejor comprensión de los problemas y las medidas que se pueden adoptar ante la actual situación de *emergencia planetaria* (Bybee, 1991).

En efecto, esta situación viene marcada por toda una serie de graves problemas estrechamente relacionados (contaminación y degradación de los ecosistemas, agotamiento de recursos, etc.) en los que la obtención y el uso de recursos energéticos juegan un papel fundamental. Pensemos, por ejemplo, que una de las peores amenazas que se ciernen hoy sobre la humanidad a escala global es el acelerado cambio climático provocado por el incremento de la emisión de gases de efecto invernadero, debido, básicamente, a la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) y a que, precisamente, el 80% de la

energía que se consume a nivel mundial proviene de este tipo de combustibles. Esto plantea un desafío enorme que debemos asumir para hacer posible, sin exageración alguna, la continuidad de la especie humana (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; Naciones Unidas, 1992; Brown, Flavin y French, 1984-2004; Ramonet, 1997; Naredo, 1997; Lewin, 1997; Folch, 1998; McGinn, 1998; Tuxill y Bright, 1998; Gil-Pérez et al., 2003; Vilches y Gil-Pérez, 2003; Edwards et al., 2004...).

Ello ha dado lugar a numerosas llamadas de atención de especialistas y de organismos internacionales y, en particular, a la celebración de las llamadas Cumbres de la Tierra en Río de Janeiro, en 1992, y en Johannesburgo, diez años después. En ambas se ha reclamado la decidida participación de los educadores de todas las áreas para que los ciudadanos y ciudadanas adquieran una correcta percepción de los problemas del mundo y puedan participar en la toma de decisiones fundamentadas (Naciones Unidas, 1992). Más aún, Naciones Unidas, ante la gravedad de los problemas, ha tomado la iniciativa de lanzar una Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible, los años 2005 a 2014.

El presente trabajo se plantea, precisamente, como una contribución a los objetivos de esta Década, desde el ámbito de la educación tecnológica, y pretende mostrar que, efectivamente, el estudio de la temática de la energía que se incluye en los currículos *permite* conectar de una forma funcional

con el conjunto de problemas a los que la humanidad ha de hacer frente. Más aún, intentaremos mostrar que el estudio *científico y tecnológico* de la energía, *obliga* a tratar dichos problemas. ¿Cómo no hacer referencia, por ejemplo, a cuestiones como la contaminación o el agotamiento de los recursos? o ¿cómo ignorar el problema de los desequilibrios asociados al acceso de los recursos energéticos y los conflictos que se derivan?

Recurriremos para ello a revisar detenidamente los distintos aspectos que caracterizan la actual situación de emergencia planetaria, sus causas y posibles soluciones, que hemos analizado ya en otros trabajos (Gil-Pérez et al., 2003; Vilches y Gil-Pérez, 2003; Edwards et al., 2004), mostrando en cada caso su vinculación, directa o indirecta, con la problemática de la energía. De esta forma pretendemos favorecer la incorporación de la atención a la situación del mundo, desde la educación tecnológica, y contribuir así a los objetivos de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible que impulsa Naciones Unidas.

Comenzaremos, pues, recordando la visión holística de la actual situación de emergencia planetaria que hemos construido en anteriores trabajos, vinculando cada aspecto abordado con los contenidos acerca de la obtención y consumo de energía que se estudian en la educación tecnológica. A continuación analizaremos cómo son tenidos en cuenta estos problemas en la enseñanza de la tecnología en la actualidad, estudiando, en particular, en qué medida los libros

de texto de dicha disciplina realizan ya esta vinculación y, finalmente, incluiremos algunas propuestas al respecto.

Estudio de una visión global de la situación del mundo a través de los problemas que plantean la obtención y el consumo de recursos energéticos

En recientes trabajos, hemos elaborado y fundamentado una visión holística del estado del mundo *y de las medidas a adoptar* (Gil-Pérez et al., 2003; Edwards et al., 2004) con el propósito de que los educadores contribuyamos a hacer posible la participación ciudadana en la discusión de los problemas y en la búsqueda de soluciones. Hemos recurrido, para ello, al estudio de los numerosos trabajos que están apareciendo últimamente con una explícita voluntad globalizadora como los informes anuales del Worldwatch Institute sobre “*La situación del mundo*” (Brown, Flavin y French, 1984-2004), “*Nuestro futuro común*” (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo 1988), “*Agenda 21*” (Naciones Unidas, 1992), “*Un mundo nuevo*” (Mayor Zaragoza, 2000), “*Algo nuevo bajo el sol. Historia medioambiental del mundo en el siglo XX*” (McNeill, 2003), “*El malestar en la globalización*” (Stiglitz, 2002), “*Alternativas a la globalización económica. Un mundo mejor es posible*” (Foro Internacional sobre Globalización, 2003), “*Ecología y economía para un desarrollo sostenible*” (Jiménez e Higón, 2003),

“Cuidar la T(t)ierra. Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI” (Riechmann, 2003)
“Medio ambiente y sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta” (García, 2004), etc.

Hemos analizado también los artículos publicados sobre esta temática en revistas de didáctica de las ciencias y de educación ambiental. Cabe señalar que hasta muy recientemente no abundaban los trabajos acerca de la situación del mundo, aunque la revista *Environmental Education Research* ha publicado artículos importantes (Fien, 1995; Hicks y Holden, 1995; Tilbury, 1995) y ha dedicado un número especial al “lenguaje de la sostenibilidad (Volumen 7, Número 2, Mayo 2001). Estos estudios han proporcionado resultados absolutamente convergentes acerca de la situación del mundo y de las medidas que se deben adoptar (Edwards et al., 2004), señalando la necesidad de una visión global de dichos problemas y desafíos estrechamente relacionados, que supere tendencias reduccionistas que limitan la atención a los problemas de degradación de los sistemas naturales, olvidando las estrechas relaciones existentes entre ambiente físico y factores sociales, culturales, políticos, económicos, etc.

Pero, ¿hasta qué punto toda esta problemática puede abordarse *funcionalmente* (es decir, sin que resulte algo incidental y forzado) dentro de los estudios sobre energía que se realizan en la educación tecnológica? Ésta es la cuestión que intentaremos responder a con-

tinuación, con objeto de mostrar una posibilidad de incorporar la atención a la situación del mundo en el currículo básico de los futuros ciudadanos y ciudadanas. Y hablamos de una posibilidad porque estamos convencidos de que es posible y *conveniente* incorporar dicha atención desde cualquier área de la educación, formal o no reglada, tal como se reclamó en la primera Cumbre de la Tierra a *todos* los educadores (Naciones Unidas, 1992).

Aunque nos hemos referido con anterioridad a aprovechar el estudio de los contenidos sobre energía incluidos en el currículo para incorporar la atención a la situación del mundo, en realidad basta centrarse en los problemas que plantean la obtención y el consumo de los recursos energéticos. Basta preguntar a los estudiantes *qué cuestiones interesará plantearse en un tema como éste dedicado al estudio de las fuentes de energía* para obtener respuestas que dan pie a tratar aspectos importantes de la situación del mundo... que conectan con el resto de los aspectos. En efecto, de entrada aparece un primer bloque de cuestiones donde los estudiantes plantean la necesidad de conocer *cuáles son estas fuentes de energía*, cómo se pueden utilizar, etc. Otro bloque de preguntas que surge es el relativo a *los problemas que está generando el creciente consumo de recursos energéticos*. En general, estas cuestiones las han oído o visto en los medios de comunicación con la denominación general de *crisis de la energía*. En particular algunos se preocupan por lo rápidamente que se están agotando

las reservas de estas fuentes, mientras otros aluden genéricamente a los problemas ambientales que este consumo ocasiona. Finalmente los estudiantes se refieren a la necesidad de estudiar las *posibles soluciones a estos problemas*.

Nos referiremos seguidamente, de forma más detallada, a cómo mostrar la vinculación de los problemas, causas y posibles soluciones que caracterizan la situación del mundo con el estudio de las fuentes de energía, comenzando por recordar, como posible punto de partida, la idea de la insostenibilidad de la situación actual de deterioro del planeta y por tanto la necesidad de reorientar nuestras acciones hacia el logro de un mundo más sostenible.

La sostenibilidad como idea central unificadora

El objetivo central señalado por los expertos cuando se estudian los problemas y desafíos concernientes al futuro de la humanidad, es sentar las bases de un desarrollo sostenible, definido por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y del Desarrollo (1988) como “aquél que atiende a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para atender a sus propias necesidades”. Se hace necesario, a este respecto, distinguir entre crecimiento y desarrollo. Como afirma Daly (1997), “el crecimiento es incremento cuantitativo de la escala física; desarrollo, la mejora cualitativa o el despliegue de potencialidades (...) Puesto que la economía humana es un

subsistema de un ecosistema global que no crece, aunque se desarrolle, está claro que el crecimiento de la economía no es sostenible en un período largo de tiempo”. Ello lleva a Giddens (2000) a afirmar: “La sostenibilidad ambiental requiere, pues, que se produzca una discontinuidad: de una sociedad para la cual la condición normal de salud ha sido el crecimiento de la producción y del consumo material se ha de pasar a una sociedad capaz de desarrollarse disminuyéndolos”.

Cabe señalar que la definición de desarrollo sostenible dada por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo ha concitado un amplio consenso, aunque dicho consenso sea, en ocasiones, puramente verbal y algunos lleguen a confundir desarrollo sostenible con crecimiento sostenido. Se ha comenzado así a analizar críticamente el manejo del concepto de desarrollo sostenible y a utilizar otras expresiones como “construcción de una sociedad sostenible” (Roodman, 1999). Al margen de estas matizaciones, la sostenibilidad continúa siendo “la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad” (Bybee, 1991).

Pero, ¿qué supone un desarrollo sustentable? Supone, en primer lugar, el reconocimiento de que el mundo no es tan ilimitado como habíamos creído durante miles de años, el reconocimiento de que los recursos (energéticos y otros) no son inagotables. Se trata de una comprensión reciente que aún no se ha producido plenamente y *que avanza*

con mucha dificultad. Los expertos se refieren a la necesidad de *poner fin* a toda una serie de hechos interconectados, cada uno de los cuales merece, sin duda, una atención particular, pero que no pueden entenderse, ni tratarse, sin contemplar los demás (Naciones Unidas, 1992; Fien, 1995; Tilbury, 1995; Folch, 1998). Abordaremos, a continuación, estos problemas que afectan al conjunto de la humanidad y su relación con los problemas energéticos.

Una visión global de los problemas que afectan a nuestra supervivencia y su estrecha vinculación con la obtención y consumo de recursos energéticos

Para el logro de la sostenibilidad de la sociedad humana no basta con referirse –como suele hacerse– a la contaminación ambiental o al agotamiento de los recursos naturales. En primer lugar es preciso denunciar el crecimiento económico guiado por intereses particulares a corto plazo como origen del actual proceso de degradación (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; Brown, Flavin y French, 1984-2004). Un crecimiento que conlleva, entre otras cosas, un consumo creciente de recursos energéticos no renovables y que está generando todo un conjunto de problemas:

* *Una contaminación ambiental extremadamente variada que no conoce fronteras, con secuelas como la lluvia ácida (asociada al uso de combustibles fósiles), el incremento del efecto inver-*

nadero (producido mayoritariamente por las emisiones de CO₂), la destrucción de la capa de ozono... y un cambio climático global.

* *El agotamiento de los recursos naturales, incluyendo, además de las fuentes fósiles de energía y los yacimientos minerales, la grave y acelerada pérdida de la capa fértil de los suelos o de los recursos de agua dulce.*

* *Esta problemática de contaminación ambiental y agotamiento de los recursos (particularmente energéticos) se ve particularmente agravada por el actual proceso de urbanización acelerada, desordenada y especulativa, que en pocas décadas ha multiplicado el número y tamaño de las grandes ciudades.*

* *Los problemas mencionados hasta aquí –contaminación ambiental, urbanización desordenada y agotamiento de recursos naturales– todos ellos relacionados con el uso de determinados recursos energéticos, están estrechamente relacionados (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988) y provocan la degradación los ecosistemas y destrucción de la diversidad biológica, que afecta de forma muy particular a la especie humana, generando enfermedades diversas que afectan al sistema inmunitario, al nervioso, a la piel, etc., y provocando el incremento de las catástrofes naturales (sequías, lluvias torrenciales...) con sus secuelas de destrucción de viviendas y zonas*

agrícolas, hambrunas... Sin olvidar otro grave aspecto de la degradación de la vida que nos afecta muy particularmente: *la pérdida de la diversidad cultural*. En ese sentido Maaluf (1999) se pregunta: “¿Por qué habríamos de preocuparnos menos por la diversidad de culturas humanas que por la diversidad de especies animales o vegetales?”.

Como vemos, es relativamente sencillo mostrar la vinculación de los grandes problemas que hemos incluido en esta sección y el uso de recursos energéticos. Ello resulta lógico, puesto que cualquier aspecto de la actividad humana, como cualquier proceso, conlleva transformaciones energéticas. Es posible, pues, abordar estos problemas con cierto detenimiento al estudiar el uso de recursos energéticos. Así, al considerar las repercusiones medioambientales de dicho uso, podemos señalar, en primer lugar, la **contaminación ambiental** asociada al uso y obtención de los combustibles fósiles y a sus consecuencias como la lluvia ácida (con su grave impacto en las aguas de los lagos y en las hojas y raíces de los vegetales y que también provoca el denominado “mal de la piedra” fenómeno bastante familiar para aquellos estudiantes que viven en metrópolis con tráfico automovilístico intenso y que es así mismo responsable del aumento de la acidez del agua de lagos y ríos, de los suelos, con pérdida de nutrientes, del deterioro de árboles, obras arquitectónicas, esculturas etc., lo que permite conectar con el problema

del crecimiento de las ciudades y sus consecuencias de gran demanda energética, enorme uso de recursos, bolsas de alta contaminación atmosférica, etc.), el incremento del efecto invernadero (producido fundamentalmente por el dióxido de carbono y en menor medida por otros gases como el metano, óxidos de nitrógeno, vapor de agua, etc. En este punto, conviene detenerse en señalar la importancia de este efecto para la existencia de vida en el planeta, para conseguir un balance energético que evite las oscilaciones de temperatura que serían incompatibles con la vida, tal y como la conocemos. Hay que insistir entonces que el problema no está, como a veces se dice, en el efecto invernadero sino *en su incremento*, en la alteración de los equilibrios existentes, debido fundamentalmente a las emisiones de CO₂ producido al quemar carbón, derivados del petróleo o simplemente leña. Y una vez más a hacer referencia a su producción en las ciudades, asfixiadas con los automóviles con su consecuente elevado consumo energético. Por último conviene detenerse en las consecuencias del calentamiento global que esto está provocando, relacionado con el incremento de la temperatura media del planeta, por lo que se refiere a subida del nivel del mar, alteraciones en las precipitaciones, y sus implicaciones para la salud humana, la agricultura, los bosques, etc....) a los problemas de producción, transporte y almacenamiento de los residuos radiactivos, y otros materiales peligrosos, etc., a la contaminación provocada por las guerras, así como a

las catástrofes que se producen durante la extracción del carbón en las minas, en las que han muerto miles y miles de trabajadores, los numerosos desastres ecológicos debidos al transporte marítimo del crudo de petróleo en barcos sin garantías. Es preciso cuestionar, la presentación de estas catástrofes como “accidentes”, puesto que son el fruto inevitable de los intentos de reducir los costes y aumentar los beneficios al máximo, aún a costa de la seguridad de personas y ecosistemas. Es importante también debatir en torno a los problemas de seguridad en las centrales nucleares, en particular recordar los accidentes nucleares habidos así como el problema que supone el almacenamiento de residuos radiactivos en tierra o en el mar, especialmente los de alta actividad que constituyen un gravísimo problema para generaciones futuras.

Antes de pasar al estudio del agotamiento de los recursos, merece la pena hacer referencia a otros tipos de contaminación, como la provocada por los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), en particular los problemas relativos al DDT y otras sustancias tóxicas originadas en la producción de plásticos, plaguicidas y la incineración de residuos, la contaminación debida a las pilas y baterías eléctricas, a los materiales plásticos como el PVC, los metales pesados, los compuestos cloro-fluorcarbonados (CFC) y sus consecuencias en la capa del ozono, etc. Y muy en particular, es necesario detenerse en abordar otros tipos de contaminación que suelen quedar relegadas como

problemas menores pero que son igualmente perniciosas para los seres vivos y el medio ambiente: *la contaminación espacial*, provocada por los desechos en órbita que constituyen una amenaza creciente para las actividades realizadas en el espacio; *la contaminación lumínica*, que en las ciudades altera el ciclo vital de los seres vivos e impide gozar del cielo estrellado; *la contaminación visual*, que altera y empobrece el paisaje; *la contaminación acústica*, con sus gravísimas consecuencias para la salud de las personas, etc.

El **agotamiento de los recursos**, y en particular los energéticos, fue uno de los problemas a los que se dio más importancia en la Primera Cumbre de la Tierra, organizada por Naciones Unidas en Río de Janeiro en el año 1992. Se habló entonces de que el consumo de recursos, en general, superaba en un 25% las posibilidades de recuperación de la Tierra, y cinco años después, en 1997, en el llamado Foro de Río +5, el consumo a escala planetaria superaba ya en un 33% a las posibilidades de recuperación. Esta problemática puede plantearse al estudiar el agotamiento del petróleo que supone no solo la pérdida de un combustible sino también de una materia prima, en ocasiones exclusiva, de multitud de materiales sintéticos. Y se puede seguidamente plantear qué otros recursos corren peligro de grave disminución, lo que permite referirse al descenso de los recursos hídricos, las pesquerías, la disminución de la masa forestal, de suelo cultivable, etc.

Todos estos problemas, íntimamente relacionados, insistimos, con el consumo energético, están contribuyendo al deterioro generalizado de los ecosistemas, abocado a la desertización y a la pérdida de diversidad. Se trata de aspectos generalmente olvidados lo que pone de manifiesto el reduccionismo que caracteriza a la atención que la educación científica presta, en general, a los problemas de nuestro planeta. Un reduccionismo que debe ser combatido también en lo que respecta al análisis de las causas de estos procesos de degradación, cuando se estudian los problemas energéticos. Analizaremos dichas causas y su vinculación a los problemas energéticos en la siguiente sección.

¿Cómo abordar las causas de la degradación ambiental al estudiar las fuentes de energía y su utilización?

Atendiendo a los análisis de instituciones como la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988) o del Worldwatch Institute (Brown, Flavin y French, 1984-2004) nos hemos referido al crecimiento económico, guiado por intereses particulares a corto plazo, como el origen del actual proceso de degradación. Es preciso, sin embargo, profundizar en las razones que motivan dicho crecimiento insostenible y comprender su vinculación (como causas y, a su vez, consecuencias del mismo) a una serie de causas, íntimamente relacionadas también, como veremos, con problemas energéticos:

* *El hiperconsumo depredador* de las sociedades “desarrolladas”... y de los grupos poderosos de cualquier sociedad. Un consumo que sigue creciendo como si las capacidades de la Tierra fueran infinitas (Folch, 1998).

* *La explosión demográfica*. Desde mediados del siglo XX han nacido más seres humanos que en toda la historia de la humanidad y, como señala (Folch, 1998), “pronto habrá tanta gente viva como muertos a lo largo de toda la historia: la mitad de todos los seres humanos que habrán llegado a existir estarán vivos”. Como han explicado los expertos en sostenibilidad, en el marco del llamado Foro de Río + 5, *la actual* población precisaría de los recursos de tres Tierras para alcanzar un nivel de vida semejante al de los países desarrollados. Datos como los anteriores han llevado a Ehrlich y Ehrlich (1994) a afirmar que “el problema demográfico es el problema más grave a que se enfrenta la humanidad”.

* El hiperconsumo y la explosión demográfica dibujan un marco de *fuertes desequilibrios*, con miles de millones de seres humanos que apenas pueden sobrevivir en los países “en desarrollo” y la marginación de amplios sectores del “primer mundo”... mientras una quinta parte de la humanidad ofrece su modelo de sobreconsumo. Numerosos análisis están llamando la atención sobre las graves consecuencias que están teniendo, y tendrán cada vez más, los actuales desequilibrios.

“La miseria –injusta y conflictiva– lleva inexorablemente a explotaciones cada vez más insensatas, en un desesperado intento de pagar intereses, de amortizar capitales y de obtener algún mínimo beneficio. Esa pobreza exasperante no puede generar más que insatisfacción y animosidad, odio y ánimo vengativo” (Folch, 1998). De hecho, estos fuertes desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos, con la imposición de intereses y valores particulares, se traducen en todo tipo de conflictos: guerras, terrorismo, actividades de las mafias y de empresas transnacionales que imponen sus intereses particulares escapando a todo control democrático (Mayor Zaragoza, 2000).

Toda esta problemática puede abordarse en el tema de la energía al plantear las causas del agotamiento de los recursos energéticos fósiles y del deterioro del medio que le acompaña. El papel del hiperconsumo de una parte de la humanidad, de la explosión demográfica, etc., aparecen así de forma lógica.

Es importante que conozcan cifras globales recogidas a través de numerosos estudios que llaman la atención sobre ese hiperconsumo en íntima relación con la energía (Vilches y Gil-Pérez, 2003). Puede recordarse, por ejemplo, que en cincuenta años el número de automóviles y el consumo per cápita de cemento se ha cuadruplicado, el uso de plásticos por persona se ha multiplicado por cinco, los viajes en avión por persona por siete, etc. Y todo ello con

el derroche energético que supone y las enormes consecuencias para el medio ambiente a que ya nos referimos... pese a que dos terceras partes de la humanidad apenas consumen para subsistir.

Es necesario, pues, al estudiar las causas de los problemas y su relación con la problemática energética, reflexionar sobre las diferencias existentes en el consumo de energía entre los países desarrollados y los en desarrollo. El problema de las grandes desigualdades existentes en el planeta se ve claramente al estudiar las diferencias en el consumo entre países, y más todavía si tenemos en cuenta la distribución poblacional. Así, en los países en desarrollo, con menos de una cuarta parte de la población mundial, consumimos entre el 50% y el 90% de los recursos de la Tierra, generamos las dos terceras partes de dióxido de carbono, nuestras fábricas, vehículos y sistemas de calefacción originan la mayor parte de desperdicios tóxicos del mundo, las tres cuartas partes de los óxidos que provocan la lluvia ácida, y nuestras centrales nucleares más del 95% de los residuos nucleares del mundo, por ejemplo. Un habitante de estos países consume tres veces más de agua y diez veces más energía que uno de un país pobre. Todo ello impulsado por una publicidad agresiva que cultiva necesidades inexistentes y que promociona en muchos casos productos de alto impacto ecológico por su elevado consumo energético o efectos contaminantes.

Esto permite introducir la idea de consumo energético per cápita y com-

prender una vez más las relaciones entre los diferentes problemas que afectan a la humanidad. A ese respecto podemos recordar las palabras de Paul Kennedy, “Los estadounidenses sumamos algo menos del 5% de la población mundial, pero nos bebemos el 27 % de la producción mundial de petróleo y consumimos casi el 30% del Producto Interior Bruto”. Y no es un comportamiento exclusivo de los EEUU: algo semejante se puede decir de ese 20% de la población mundial que vive en los países ricos.

De este modo, se puede contribuir a poner de manifiesto, al estudiar la problemática de la energía, la vinculación existente entre el hiperconsumo de las sociedades desarrolladas, la superpoblación, los desequilibrios y conflictos... y la destrucción del medio.

Es preciso detenerse, en particular, en analizar los numerosos conflictos que afectan al planeta, a menudo vinculados al control de materias primas, que contribuyen a incrementar las desigualdades y la degradación del planeta. El mantenimiento de la extrema pobreza en la que viven millones de seres humanos es ya en sí mismo un acto de violencia, como lo son también conflictos asociados a la actividad especuladora de empresas transnacionales, el crimen organizado, las mafias, el mercado negro de armas, de drogas, el tráfico de personas, las guerras, con sus secuelas de enorme contaminación ambiental y que tienen frecuentemente un origen económico asociado al control de las fuentes de energía, el terrorismo, las presiones migratorias por motivos políticos o béli-

cos, por motivos económicos, por causas ambientales (como fenómenos nuevos asociados a la degradación: agotamiento de recursos, deforestación, sequías... o con desastres ecológicos: accidentes nucleares, contaminación, etc.).

Vemos, pues, cómo el estudio de la energía es una ocasión privilegiada para aproximarnos a una visión global de los problemas que afectan a la humanidad, de estudiar el entramado de causas y efectos que caracterizan a la situación del mundo. Pero no basta con diagnosticar los problemas, con saber a qué debe ponerse fin: “Estudiar exclusivamente los problemas provoca, en el mejor de los casos, indignación, y en el peor desesperanza” (Hicks y Holden, 1995). Es preciso por ello impulsar a explorar futuros alternativos y a participar en acciones que favorezcan dichas alternativas (Tilbury, 1995). Y el estudio de la energía, de nuevo, vuelve a ser una ocasión privilegiada para analizar las soluciones a una situación insostenible. Nos referiremos a ello en el siguiente apartado.

Nuevas políticas energéticas para un desarrollo sostenible y otras medidas positivas a adoptar

Evitar lo que algunos han denominado “la sexta extinción” *ya en marcha* (Lewin, 1997) exige poner fin a todo lo que hemos criticado hasta aquí: poner fin a un desarrollo guiado por el beneficio a corto plazo; poner fin a la explosión demográfica; poner fin al hiperconsumo de las sociedades desarrolladas y a los

fuertes desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos. Ahora bien, ¿qué tipo de medidas cabría adoptar para poner fin a estos hechos y lograr un desarrollo sustentable?

En primer lugar nos encontramos con *medidas tecnológicas*. Numerosos autores señalan la necesidad de dirigir los esfuerzos de la investigación e innovación hacia el logro de *tecnologías favorecedoras de un desarrollo sustentable* (Brown, Flavin y French, 1984-2004), incluyendo desde la búsqueda de nuevas fuentes de energía al incremento de la eficacia en la obtención de alimentos, pasando por la prevención de enfermedades y catástrofes o la disminución y tratamiento de residuos.

Por lo que se refiere a las actuaciones en el campo de la energía, en las que lógicamente cabe detenerse aquí, existen numerosas tecnologías, estudiadas desde hace tiempo, que pueden contribuir a hacer frente a los problemas mencionados. Unas están destinadas a disminuir la contaminación (cambios en materias primas, modificaciones en los equipos, control de procesos, etc.) y otras a actuar sobre la contaminación una vez producida (equipos que controlan y miden las emisiones, depuradoras de diferentes características para gases, líquidos, sólidos, etc.). Existe numerosa bibliografía al respecto en el ámbito de la gestión de los recursos, de la denominada tecnología ambiental (Seoáñez, 1998; Jarabo F., Elortegui y Jarabo J., 2000; Pascual Trillo, 2000; Girardet, 2001; Jiménez, 2001). Es conveniente discutir por qué muchas de estas medi-

das no se llevan adelante, lo que remite de nuevo a la idea de que las soluciones no son exclusivamente de carácter técnico, sino que se requiere voluntad política de los poderes públicos, así como decisión y participación activa de cada uno de nosotros para evitar problemas que son el resultado de intereses particulares a corto plazo.

Otras medidas muy necesarias que se deben tener en cuenta, son las relativas a aumentar la eficacia en el uso de la energía, es decir dar prioridad a tecnologías que aumenten la productividad de los recursos frente a las que incrementen la cantidad de recursos extraídos. Es decir, la búsqueda de eficiencia se convierte en una característica de las tecnologías para un desarrollo sostenible. Y es importante añadir la contribución de cada uno de nosotros al ahorro energético, lo que remite al papel de la educación. Conviene, por tanto, llamar la atención sobre la necesidad de responsabilizar a todos, incluidos los estudiantes, en el problema del ahorro energético, así como por debatir la efectividad que pueden tener los comportamientos individuales, los cambios en nuestras costumbres, que la educación puede favorecer. Podemos referirnos a una multiplicidad de acciones cuya suma puede tener un efecto mayor que el del conjunto de la industria. Es algo que se puede mostrar fácilmente con cálculos simples, lo que permite cuestionar mitos que dificultan implicarse en la puesta en práctica de posibles soluciones, y nos ayudan a comprender la importancia del modelo de vida que

adoptemos para el logro de un futuro sostenible. Se pueden avanzar algunas acciones para ahorrar energía en las viviendas, como, por ejemplo, usar aparatos de calefacción, de refrigeración, bombillas, etc., de bajo consumo, usar transporte público frente al privado y potenciar el uso de las bicicletas, etc. También se puede extender el campo de las acciones individuales con vistas al impacto que puede tener en este ahorro la reutilización y el reciclado de materiales, recordando las famosas 3R (reducir, reutilizar y reciclar). En este apartado se puede suministrar bibliografía dirigida específicamente a los estudiantes que puede ser interesante para las respuestas de las diferentes actividades que se puedan proponer (Porrit, 1991; Durning, 1994; Silver y Vallely, 1998; Comin y Font, 1999; The Earth Works Group, 2000; Fernández y Calvo Roy, 2001; Girardet, 2001; Calvo Roy y Fernández, 2002; etc.).

Deben contemplarse también actividades que vayan más allá del comportamiento privado e impliquen una cierta intervención social, como, por ejemplo, diseñar campañas de sensibilización, organizar un “congreso escolar” en torno a la crisis de la energía, redactar un manifiesto para un uso adecuado de la energía, contribuyendo de este modo a la extensión del lanzamiento de la Década de la Educación para un Desarrollo Sostenible.

Hemos dejado para último lugar la discusión del papel de las fuentes renovables de energía en la solución de la crisis de la energía y, más en general, de la

situación de emergencia planetaria que estamos estudiando. Son muchas las personas que piensan que en realidad no hay alternativa a los combustibles fósiles, que no hay posibilidades desde el punto de vistas técnico, por lo que es importante cuestionarlo deteniéndose en todas las posibilidades que ofrecen las energías renovables para el logro de la sostenibilidad. Los estudiantes han oído hablar, en general, de la mayor parte de las fuentes renovables de energía (viento, saltos de agua, paneles solares...). Conviene discutir con ellos sus ventajas frente a las fuentes no renovables, así como sus posibles limitaciones, debido a su dispersión y a que se trata de tecnologías en algunos casos poco desarrolladas o que cuentan con pocas ayudas. Puede ser interesante proponer la visita a un parque eólico o algún aerogenerador cercano, o bien proyectar algún documental de los muchos que existen al respecto. En el caso de la energía mareomotriz y la de las olas se puede proponer una búsqueda de información y posterior exposición. Lo mismo puede hacerse en el caso de las energías hidráulicas y geotérmica.

Al contemplar las perspectivas de futuro debemos referirnos también a la energía solar, término que incluye gran número de dispositivos (paneles solares, hornos solares, colectores solares, termoelectricidad solar, centrales electrosolares, células fotovoltaicas, etc.) con tecnologías bien diferentes, que tienen en común la utilización directa de la luz solar y que puede alcanzar un notable desarrollo si tanto las investigaciones

como su puesta en práctica reciben las ayudas necesarias. Las actuales investigaciones en este campo tratan de mejorar las tecnologías transformadoras. De este modo, según expertos, la energía solar se convertiría no solo en la más ecológica sino también en la más productiva y, por tanto, en la más económica de las energías renovables.

Otras investigaciones prospectivas se desarrollan en el campo de la biomasa, un recurso energético flexible y renovable, si se basa en cultivos que eviten la degradación del suelo y en el aprovechamiento de bosques convenientemente gestionados y reforestados. No debemos obviar, sin embargo, el debate de la contaminación que provoca, ya que su combustión produce dióxido de carbono, contribuyendo al incremento del efecto invernadero.

Debemos referirnos también a las investigaciones y desarrollos de otras energías alternativas, como la asociada a las mareas y las olas, que tratan de superar los problemas prácticos y de eficiencia que presentan hoy en día. O como la energía geotérmica, que tiene un gran potencial en zonas de actividad volcánica.

Para terminar esta revisión de algunas perspectivas de futuro en relación con la problemática energética, queremos referirnos a la posibilidad de la utilización del hidrógeno como combustible, una línea de investigación que está teniendo un eco notable en los medios de comunicación, pero que está dando lugar a afirmaciones incorrectas acerca de la posibilidad de que el hidrógeno se

convierta en un recurso energético primario, capaz de sustituir a los combustibles fósiles. Señalemos de entrada que el uso del hidrógeno como combustible en los motores de los vehículos supone un avance tecnológico importante, puesto que su combustión únicamente produce vapor de agua como subproducto, lo que puede reducir drásticamente la contaminación que hoy en día afecta tan gravemente a nuestras ciudades. Pero lo que no podemos es presentar al hidrógeno, como a veces se hace, como una fuente de energía ilimitada y poco costosa. Es verdad que, como ya hemos señalado, los vehículos que utilicen como motor las llamadas "pilas de hidrógeno" no contaminarán las ciudades, puesto que al quemarse no producen CO₂ sino exclusivamente agua. Pero aunque el hidrógeno sea el elemento más común del universo, en la Tierra no existe en estado natural, así que para utilizarlo, hay que separarlo del agua... y en la actualidad el 99% del hidrógeno que se produce en el mundo se obtiene por electrolisis, utilizando para ello la energía de combustibles fósiles, principalmente del gas natural, que contamina y que, como hemos visto, contribuye al cambio climático, aunque la electrolisis no se produzca en las ciudades y éstas resulten menos contaminadas. En definitiva, el hidrógeno puede ser un medio para utilizar energía en lugares donde la contaminación puntual sea más grave (ciudades), pero no es una fuente primaria, como no lo es la electricidad. La solución global, pues, no está en el hidrógeno, sino en disponer de fuen-

tes renovables y no contaminantes de energía, para producir la electrolisis del agua y obtener hidrógeno, para generar electricidad, etc.

Este análisis del papel de las energías renovables, como alternativa a los combustibles fósiles carbonados, no puede dejar de lado la discusión del papel de la energía nuclear como otra posible alternativa a la grave amenaza de cambio climático. Precisamente, el 24 de mayo 2004 el periódico inglés *The Independent* publicó un artículo de James Lovelock, el conocido autor de la "Hipótesis Gaia", con el título "Nuclear power is the only green solution" ("La energía nuclear es la única solución verde") que ha tenido una notable repercusión en los medios de comunicación y que, ciertamente, merece atención y discusión.

El artículo llamaba la atención sobre la gravedad del efecto invernadero y la necesidad de disminuir drásticamente y urgentemente la emisión de los gases que provocan su incremento, para evitar una catástrofe ambiental sin precedentes. Esto es algo en lo que hay acuerdo general, ¿pero es realmente la energía nuclear "la única solución"? Al afirmarlo se muestra un serio desconocimiento del problema energético. En primer lugar porque, como bien sabemos, son gravísimos los problemas que el uso de este recurso energético genera para el medio ambiente (aunque entre ellos no se encuentre el incremento de los gases de efecto invernadero): toneladas de residuos de media y alta actividad, con vidas medias de centenares de años y, en algunos casos, milenios; los peligros

asociados al transporte y manipulación de los materiales radiactivos; la posibilidad de accidentes de tremendas consecuencias, como el ocurrido en Chernobyl, o de atentados, cuya prevención (hipotética) requiere costosas medias de seguridad, etc.

Por otro lado, porque la contribución de la energía nuclear en el ámbito mundial es tan solo de un 6%. Incluso en países como Francia o Japón, que en su momento optaron por la creación de numerosas centrales, el porcentaje de energía de origen nuclear no llega al 20%. Así pues, apostar por una solución nuclear exigiría crear en todo el mundo miles de centrales, de un coste, como es bien sabido, desorbitado y absolutamente inaccesible a los países del Tercer Mundo (donde dos mil millones de personas siguen sin tener acceso a la electricidad y otros tres mil tienen un suministro de energía muy insuficiente). Por tanto, la energía de fisión nuclear no representa hoy una alternativa real a los combustibles fósiles, sino un grave problema más, con el que es preciso acabar. Tampoco los proyectos de investigación hoy en marcha para la obtención de energía mediante procesos de fusión, como los que tienen lugar en el Sol (que proporcionarían una energía prácticamente inagotable, sin los residuos radiactivos de la actual tecnología de fisión de núcleos pesados) conducen a una solución realista, ya que plantean serios problemas de seguridad y se trata, además, de tecnologías tan complejas que favorecen su control por unos pocos.

El artículo de Lovelock contiene otro serio error: habla de las energías renovables como de “visionary energy sources”. No lo son: los parques eólicos y los paneles fotovoltaicos, por ejemplo, constituyen ya una realidad en fuerte expansión en algunos países, a pesar del escaso impulso que se ha dado hasta aquí a su desarrollo, debido, entre otros, a los intereses de los grupos de presión petrolíferos. Una realidad por la que se apostó ya en la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro en 1992, en la de Johannesburgo en 2002 y desde instituciones mundiales como el World Watch Institute o el propio Parlamento Europeo al instar a poner en marcha medidas políticas con plazos precisos para lograr un incremento del porcentaje de energías renovables en el consumo final energético, de forma que representen un 20 % del total en el año 2020. Una alternativa que es preciso y posible desarrollar fuertemente en poco tiempo, como han mostrado expertos en este campo, y que tiene la enorme ventaja para los países en desarrollo de su descentralización y facilidad de mantenimiento. Cabe añadir que las críticas habituales a su alto coste y bajo rendimiento son hoy inconsistentes, dados los notables progresos realizados, en ambos aspectos, a medida que va extendiéndose su uso.

A dichos análisis e impulso se ha venido a sumar recientemente la declaración final de La Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, clausurada en Bonn el 4 de junio, con participación de más de 150 países, que se ha sellado con un gran acuerdo de *medidas*

concretas, cuya puesta en práctica será supervisada por Naciones Unidas, para ***impulsar las energías renovables*** como la eólica, la mini-hidráulica o la solar, ***reconociendo su papel crucial en la lucha contra el cambio climático y la pobreza.***

Pero, aunque el estudio de la energía es una ocasión excepcional para abordar las soluciones tecnológicas a los problemas, ninguna acción aislada puede ser efectiva; se precisa un entramado de medidas que se apoyen mutuamente. No es posible resolver los problemas asociados a la crisis de la energía sin, por ejemplo, interrumpir el crecimiento explosivo de la población o sin poner fin al hiperconsumo y al despilfarro social que suponen carreras armamentísticas que absorben elevados porcentajes de los recursos energéticos y materiales y a las que se destina más del 50% de los esfuerzos de investigación (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; Mayor Zaragoza, 2000). Es necesario cuestionar, en definitiva, la idea errónea de que las soluciones a los problemas con que se enfrenta hoy la humanidad dependen *únicamente* de un mayor conocimiento y de tecnologías más avanzadas, olvidando que las opciones, los dilemas, a menudo son fundamentalmente éticos. Ello permite referirse a las medidas educativas y políticas, igualmente necesarias.

* *Medidas educativas.* Señalemos, para empezar, que en ocasiones surgen dudas acerca de la efectividad que pueden tener los comportamientos indivi-

duales, los pequeños cambios en nuestras costumbres, en nuestros estilos de vida, que la educación puede favorecer: Los problemas de agotamiento de los recursos energéticos y de degradación del medio –se afirma, por ejemplo– son debidos, fundamentalmente, a las grandes industrias; lo que cada uno de nosotros puede hacer al respecto es, comparativamente, insignificante. Pero resulta fácil mostrar (bastan cálculos muy sencillos) que si bien esos “pequeños cambios” suponen, en verdad, un ahorro energético por cápita muy pequeño, al multiplicarlo por los muchos millones de personas que en el mundo pueden realizar dicho ahorro, éste llega a representar cantidades ingentes de energía, con su consiguiente reducción de la contaminación ambiental. Pero la educación puede y ha de ir más allá de estos cambios en los comportamientos. Se precisa una educación que ayude a contemplar los problemas ambientales y del desarrollo en su globalidad (Tilbury, 1995), teniendo en cuenta las repercusiones a corto, medio y largo plazo, tanto para una colectividad dada como para el conjunto de la humanidad y nuestro planeta; a comprender que no es sustentable un éxito que exija el fracaso de otros; a transformar, en definitiva, la interdependencia planetaria y la mundialización en un proyecto plural, democrático y solidario (Delors, 1996). Ello nos remite a un tercer tipo de medidas.

* *Medidas de integración planetaria.* Consideramos absolutamente urgente una integración planetaria capaz de impulsar y controlar las necesarias medidas en defensa del medio y de las personas, antes de que el proceso de degradación sea irreversible. Hoy hablar de *mundialización* o *globalización* tiene muy mala prensa y son muchos los que denuncian las consecuencias del vertiginoso proceso de *globalización* económica. Sin embargo, dicho proceso, paradójicamente, tiene muy poco de global en aspectos que son esenciales para la supervivencia de la vida en nuestro planeta. No se toma en consideración, muy concretamente, la destrucción del medio. Mejor dicho: sí se toma en consideración, *pero en sentido contrario al de evitarla*, animando al desplazamiento de los centros de producción hacia los lugares en que las normas ecológicas son menos restrictivas y más débiles los derechos de los trabajadores. La globalización económica aparece así como algo muy poco globalizador y reclama políticas planetarias capaces de impulsar y controlar las necesarias medidas en defensa del medio y de las personas, antes de que el proceso de degradación sea irreversible (Folch, 1998; Mayor Zaragoza, 2000). Y hablar de defensa del medio y de las personas permite referirse a otro de los grandes pilares en los que ha de apoyarse la construcción de un futuro sostenible: la ampliación y generalización de los derechos humanos, a los que nos referiremos seguidamente.

La sostenibilidad y los derechos humanos

Las medidas que acabamos de discutir aparecen asociadas a la necesidad de *universalización de los derechos humanos*. Puede parecer extraño que se establezca una vinculación tan directa entre superación de los problemas que amenazan la supervivencia de la vida en el planeta y la universalización de los derechos humanos. Conviene, por ello, detenerse mínimamente en lo que se entiende hoy por Derechos Humanos, un concepto que ha ido ampliándose hasta contemplar tres “generaciones” de derechos (Vercher, 1998) que constituyen, como trataremos de mostrar, requisitos básicos de un desarrollo sustentable.

Podemos referirnos, en primer lugar, a los *Derechos Democráticos, civiles y políticos (de opinión, reunión, asociación...)* para todos, sin limitaciones de origen étnico o de género, que constituyen una condición sine qua non para la participación ciudadana en la toma de decisiones que afectan al presente y futuro de la sociedad (Folch, 1998). Se conocen hoy como “Derechos humanos de primera generación”, por ser los primeros que fueron reivindicados y conseguidos (no sin conflictos) en un número creciente de países... pero todavía no en la totalidad del planeta.

En segundo lugar, hemos de referirnos a la *universalización de los derechos económicos, sociales y culturales*, o “Derechos humanos de segunda

generación” (Vercher 1998), entre los que podemos destacar el derecho a un trabajo satisfactorio; a una vivienda y alimentación adecuadas; a la salud; a la planificación familiar y al libre disfrute de la sexualidad; a una educación de calidad, espaciada a lo largo de toda la vida, sin limitaciones de origen étnico, de género, etc., que genere actitudes responsables y haga posible la participación en la toma fundamentada de decisiones;... El conjunto de estos derechos aparece como un requisito (y, a la vez, como un objetivo) del desarrollo sustentable. No es concebible, por ejemplo, la interrupción de la explosión demográfica sin el reconocimiento del derecho a la planificación familiar y al libre disfrute de la sexualidad. Pero ello remite, a su vez, al derecho a la educación. Como afirma Mayor Zaragoza, una educación generalizada “es lo único que permitiría reducir, fuera cual fuera el contexto religioso o ideológico, el incremento de población”.

Nos referiremos, por último, a los *Derechos humanos de tercera generación*, que se califican como *derechos de solidaridad* y que incluyen, de forma destacada, el derecho a un ambiente sano, a la paz y al desarrollo para todos los pueblos y para las generaciones futuras. Se trata, pues, de derechos que incorporan explícitamente el objetivo de un desarrollo sustentable.

Todos los problemas y soluciones a los que hemos hecho referencia aquí, nos han permitido percibir la contribución que el estudio de la energía puede

hacer a la comprensión de la situación de emergencia planetaria, de una visión global de los problemas del mundo, a la vez que a la superación de una visión empobrecida del estudio de la energía, al mostrar su vinculación con muchos problemas y superar el reduccionismo conceptual que suele afectar al estudio de las ciencias.

¿Hasta qué punto se está aprovechando esta posibilidad que ofrece el estudio de la energía en la educación tecnológica para abordar el estudio de los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad? En el siguiente apartado presentaremos los resultados de un análisis de textos de tecnología que, como veremos, muestran un tratamiento muy limitado, en general, de esta problemática y plantean, por lo tanto, la necesidad de acciones específicas para su sistemática incorporación.

La atención a la situación del mundo en el estudio de la energía de la educación tecnológica

Como hemos tratado de mostrar en los apartados anteriores, el estudio de la energía constituye una ocasión privilegiada para analizar los problemas del mundo y contribuir a una mejor percepción de los mismos y las medidas que se requiere adoptar.

Para averiguar hasta qué punto esta problemática es tenida en cuenta o no en la enseñanza de la energía, en el ámbito de la educación tecnológica,

hemos comenzado, en una primera fase por analizar 30 libros de texto de tecnología, desde primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), hasta 2º de Bachillerato de Tecnología (López Alcantud, 2002).

Para ello hemos utilizado una red de análisis (**cuadro 1**) que globaliza el conjunto de aspectos discutidos en los apartados precedentes, que caracterizan la situación de emergencia planetaria y que nuestro equipo ha utilizado y validado en estudios precedentes (Gil-Pérez et al., 2003; Edwards et al., 2004).

El análisis de los libros de texto fue realizado en tres niveles. Se tuvo en cuenta en primer lugar cualquier mención, por mínima que fuera, a los diferentes aspectos de la red, con objeto de contabilizar los libros que, al menos, se refieren a dichos aspectos. En segundo lugar se contabilizó en qué casos había más de tres referencias a un determinado aspecto de la red, lo que supone ya –con criterios, sin duda, bastante laxos– una cierta atención. Por último hemos estudiado qué aspectos de la red son tratados mediante cuestiones propuestas a los estudiantes, lo que puede contribuir a un tratamiento más detenido.

El análisis no solo se realizó en los capítulos de energía sino que se amplió al resto de capítulos del libro, por si alguno de los aspectos analizados no eran tratados en el estudio de la energía porque estaban incorporados en otros capítulos.

Cuadro 1. Problemas y desafíos a los que debe hacer frente la humanidad

0) *Lo esencial es sentar las bases de un desarrollo sostenible.*

Ello implica un conjunto de objetivos y acciones interdependientes:

1) *Poner fin a un crecimiento que resulta agresivo con el medio físico y nocivo para los seres vivos, fruto de comportamientos guiados por intereses y valores particulares y a corto plazo.*

Dicho crecimiento se traduce en una serie de problemas específicos pero estrechamente relacionados:

- 1.1. Una urbanización creciente y, a menudo, desordenada y especulativa.
- 1.2. La contaminación ambiental (suelos, aguas y aire) y sus secuelas (efecto invernadero, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, etc.) que apuntan a un peligroso cambio climático.
- 1.3. Agotamiento de los recursos naturales (capa fértil de los suelos, recursos de agua dulce, fuentes fósiles de energía, yacimientos minerales, etc.).
- 1.4. Degradación de ecosistemas, destrucción de la biodiversidad (causa de enfermedades, hambrunas...) y, en última instancia, desertificación.
- 1.5. Destrucción, en particular, de la diversidad cultural.

2) *Poner fin a las siguientes causas (y, a su vez, consecuencias) de este crecimiento no sostenible:*

- 2.1. El hiperconsumo de las sociedades "desarrolladas" y grupos poderosos.
- 2.2. La explosión demográfica en un planeta de recursos limitados.
- 2.3. Los desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos – asociados a falta de libertades e imposición de intereses y valores particulares- que se traducen en hambre, pobreza, ... y, en general, marginación de amplios sectores de la población.
- 2.4. Las distintas formas de conflictos y violencias asociados, a menudo, a dichos desequilibrios:
 - 2.4.1. Las violencias de clase, interétnicas, interculturales... y los conflictos bélicos (con sus secuelas de carrera armamentística, destrucción...).
 - 2.4.2. La actividad de las organizaciones mafiosas que trafican con armas, drogas y personas, contribuyendo decisivamente a la violencia ciudadana.
 - 2.4.3. La actividad especuladora de empresas transnacionales que escapan al control democrático e imponen condiciones de explotación destructivas de personas y medio físico.

3) *Acciones positivas en los siguientes campos:*

- 3.1. Instituciones capaces de crear un nuevo orden mundial, basado en la cooperación, la solidaridad y la defensa del medio y de evitar la imposición de valores e intereses particulares que resulten nocivos para la población actual o para las generaciones futuras.
- 3.2. Una educación solidaria –superadora de la tendencia a orientar el comportamiento en función de valores e intereses particulares- que contribuya a una correcta percepción de la situación del mundo, prepare para la toma de decisiones fundamentadas e impulse comportamientos dirigidos al logro de un desarrollo culturalmente plural y físicamente sostenible.
- 3.3. Dirigir los esfuerzos de la investigación e innovación hacia el logro de tecnologías favorecedoras de un desarrollo sostenible (incluyendo desde la búsqueda de nuevas fuentes de energía al incremento de la eficacia en la obtención de alimentos, pasando por la prevención de enfermedades y catástrofes o la disminución y tratamiento de residuos...) con el debido control para evitar aplicaciones precipitadas.

4) *Estas medidas aparecen hoy asociadas a la necesidad de universalizar y ampliar los derechos humanos.*

Ello comprende lo que se conoce como tres "generaciones" de derechos, todos ellos interconectados:

- 4.1. Los derechos democráticos de opinión, asociación...
- 4.2. Los derechos económicos, sociales y culturales (al trabajo, salud, educación...).
- 4.2.* Derecho, en particular, a investigar todo tipo de problemas (origen de la vida, clonación...) sin limitaciones ideológicas, pero ejerciendo un control social que evite aplicaciones apresuradas o contrarias a otros derechos humanos.
- 4.3. Los derechos de solidaridad (a un ambiente equilibrado, a la paz, al desarrollo económico y cultural).

Coincidiendo con otros trabajos ya mencionados (Gil-Pérez et al., 2003; Edwards et al., 2004), los resultados obtenidos muestran la escasa atención que los libros de texto de educación tecnológica prestan, en general, a la situación de emergencia planetaria al abordar el estudio de la energía. En síntesis, podemos decir que los contenidos de los libros de Tecnología de secundaria apenas abordan esta problemática, ya que la media de aspectos a los que se hace referencia es de 3, de un total de 18 que contiene la red de análisis, reduciéndose a 1 si exigimos algo más que una simple referencia. El resultado no es muy diferente al obtenido con los libros de las áreas de Ciencias de la Naturaleza, en los que la media de los ítems tratados es de 5, reduciéndose a 1 cuando se analiza si son tratados con mayor profundidad. Estos pobres resultados (López Alcantud, 2002) contrastan con la posibilidad que hemos mostrado de tratamiento amplio y funcional de la situación de emergencia planetaria a partir del estudio de los recursos energéticos. Y obligan a concebir, ensayar y evaluar unidades didácticas que aprovechen debidamente las posibilidades de abordar la situación del mundo. Nos referiremos brevemente a esta perspectiva de nuestro trabajo.

Perspectivas

En este trabajo hemos tratado de mostrar la ocasión que representa el estudio de la energía para abordar la

situación del mundo, para contribuir a una mejor percepción de los problemas que afectan a la humanidad y a la preparación de los estudiantes para la toma de decisiones fundamentadas, asumiendo así las iniciativas de Naciones Unidas de la Década de la Educación para el desarrollo Sostenible.

En esa dirección, estamos ya iniciando la ampliación y profundización del trabajo, analizando las concepciones de docentes y estudiantes acerca de la necesaria atención a la situación del mundo al estudiar la energía, ampliando la muestra de materiales analizados y elaborando materiales curriculares con un tratamiento adecuado de la problemática mundial, en particular en el estudio de la energía, poniéndolos en práctica con estudiantes de los diferentes niveles educativos y analizando los resultados obtenidos. Especialmente, queremos diseñar un taller dirigido a docentes en formación y en activo con objeto de reflexionar en torno a la problemática, analizar los materiales para los estudiantes y recoger sus valoraciones para contribuir a su mejora.

Queremos, por último, señalar la necesidad de asumir e impulsar un compromiso por una educación para la sostenibilidad, en el marco de la Década que Naciones Unidas promueve para 2005-2014, incorporando a todas acciones educativas la atención a la situación del mundo, reivindicando e impulsando desarrollos tecnocientíficos favorecedores de la sostenibilidad, así como multiplicando las iniciativas para implicar

al conjunto de docentes y ciudadanos en general.

Referencias

- BYBEE, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- BROWN, L. R., FLAVIN, C. y FRENCH, H. (Ed.) (1984-2004). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.
- CALVO ROY, A. y FERNÁNDEZ, I. (2002). *Misión Verde: ¡Salva tu planeta!* Madrid: Ediciones SM.
- COMIN, P. y FONT, B. (1999). *Consumo sostenible. Preguntas con respuestas*. Barcelona: Icaria.
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza.
- DALY, H. (1997). Criterios operativos para el desarrollo sostenible. En Daly, H. y Schutze, C. *Crisis ecológica y sociedad*. Valencia: Ed. Germania.
- DELORS, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana. Ediciones UNESCO.
- DURNING, A. T. (1994). *Cuánto es bastante: la sociedad de consumo y el futuro de la Tierra*. Barcelona: Apóstrofe.
- EDWARDS, M., GIL- PÉREZ, D., VILCHES, A. y PRAIA, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 47-63.
- EHRlich, P. R. y EHRlich, A.H. (1994). La explosión demográfica. *El principal problema ecológico*. Barcelona: Salvat.
- FERNÁNDEZ, I. y CALVO ROY, A. (2001). *¡Enchúfate a la energía!* Madrid: Ediciones SM.
- FIEN, J. (1995). Teacher for sustainable world: The environmental and Development Education Project for Teacher Education. *Environmental Education Research*, 1(1), 21-33.
- FOLCH, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética*. Barcelona: Ed. Ariel.
- FORO INTERNACIONAL SOBRE GLOBALIZACIÓN (2003). *Alternativas a la globalización económica. Un mundo mejor es posible*. Barcelona: Gedisa.
- GARCÍA, E. (2004). *Medio ambiente y sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta*. Madrid: Alianza. 356.
- GIDDENS, D. (2000). *Un mundo desbocado*. Madrid: Taurus.
- GIL- PÉREZ, D., VILCHES, A., EDWARDS, M., PRAIA, J., MARQUES, L. y OLIVEIRA, T. (2003). A Proposal to Enrich Teachers' Perception of the State of the World: first results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90.
- GIRARDET, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia: Tilde.
- HICKS, D. y HOLDEN, C. (1995). Exploring the future: a missing dimension in environmental

- education. *Environmental Education Research*, 1(2), 185-193.
- JARABO, F., ELORTEGUI, N. y JARABO, J. (2000). *Fundamentos de tecnología ambiental*. Madrid: Publicaciones Técnicas, S. L.
- JIMÉNEZ, L. M. (2001). *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica*. Madrid: Síntesis.
- JIMÉNEZ HERRERO, L. M. e HIGÓN TAMARIT, F. J. (Eds). (2003). *Ecología y economía para un desarrollo sostenible*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.
- LEWIN, R. (1997). *La sexta extinción*. Barcelona: Tusquets Editores.
- LÓPEZ ALCANTUD, J. (2002). *La atención a la situación del mundo en el tratamiento de la energía realizado por la educación tecnológica*. Trabajo Investigación de Tercer Ciclo. Universitat de València.
- MAALUF, A. (1999). *Las identidades asesinas*. Madrid: Alianza.
- MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: Circulo de lectores.
- McGINN, A. P. (1998). La promoción de una pesca sostenible. En Brown, L. R., Flavin, C. y French, H. *La situación del mundo 1998*. Barcelona: Ed. Icaria.
- McNEILL, J. R. (2003). *Algo nuevo bajo el sol. Historia medioambiental del mundo en el siglo XX*. Madrid: Alianza.
- NACIONES UNIDAS (1992). *UN Conference on Environmental and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. París: UNESCO.
- NAREDO, J. M. (1997). Sobre el rumbo del mundo. *Le Monde Diplomatique*, Ed. Española, año II, No 20, p. 1 y 30-31.
- PASCUAL TRILLO, J. A. (2000). *El teatro de la ciencia y el drama ambiental*. Madrid: Miraguano Ediciones.
- PORRIT, J. (1991). *Salvemos la Tierra*. Madrid: Aguilar.
- RAMONET, I. (1997). *El mundo en crisis*. Madrid: Debate.
- RIECHMANN, J. Cuidar la T(t)ierrea. *Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI*. Barcelona: Icaria.
- ROODMAN, D. M. (1999). El mercado en beneficio del medio ambiente. En Brown, Flavin y French, *La situación del mundo 1996*. Barcelona: Ed. Icaria.
- SEOÁNEZ, M. (1998). *Medio Ambiente y Desarrollo: Manual de gestión de los recursos en función del medio ambiente. Manual para responsables, gestores y enseñantes. Soluciones a los problemas medioambientales*. Madrid: Mundi Prensa.
- SILVER, D. y VALLELY, B. (1998). *Lo que Tú Puedes Hacer para Salvar la Tierra*. Salamanca: Lóquez.
- STIGLITZ, J.E. (2002). *El malestar de la globalización*. Madrid: Taurus.
- THE EARTH. WORKS GROUP (2000). *Manual práctico de reciclaje*. Barcelona: Blume.
- TILBURY, D. (1995). Environmental education for sustainability: defining de new focus of environmental

- education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.
- TUXILL, J. y BRIGHT, C. (1998). La red de la vida se desgarrá. En Brown, L. R., Flavin, C. y French, H. *La situación del mundo 1998*. Barcelona: Icaria.
- VERCHER, A. (1998). Derechos humanos y medio ambiente. *Claves de Razón práctica*, 84, 14-21.
- VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.