

La educación para la Sostenibilidad en el Currículo de Física: El estudio de la energía como ejemplo privilegiado para abordar la situación del mundo

Carrascosa, J., Gil Pérez, D., López Alcantud, J., y Vilches, A.

Universitat de València (España)

Eduardo González

Universidad de Córdoba (Argentina)

Ciudad de La Habana: Educación Cubana. ISBN 959-18-0068-1. (2006)

CARRASCOSA, J., GIL- PÉREZ, D., LÓPEZ ALCANTUD, J., VILCHES, A. y GONZÁLEZ, E. (2008). Educación para la sostenibilidad en el currículum de física. Estudio de la energía como ejemplo privilegiado para abordar la situación del mundo, En Moreno, J. (Ed.), *Didáctica de las ciencias. Nuevas Perspectivas. Segunda parte*, Pp. 149-168. La Habana: Educación Cubana. ISBN: 978-959-18-0350-4.

Este trabajo ha sido concebido como contribución a la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (<http://www.oei.es/decada/>) instituida por Naciones Unidas para el periodo 2005-2014.

INTRODUCCIÓN

El llamamiento de Naciones Unidas a los educadores *de todos los niveles y materias*, para que contribuyamos a formar una ciudadanía consciente de la situación de emergencia planetaria en la que nos encontramos y preparada para la toma fundamentada de decisiones, puede y debe ser atendido de muy diversas formas (Gil Pérez, Vilches y Oliva, 2004; ver también <http://www.oei.es/decada/estrategia.htm>). Pero una fundamental, sin duda, consiste en la incorporación funcional de esta problemática en los currículos respectivos.

Para el caso de la enseñanza de la Física, son muchas las ocasiones en las que se pueden hacer referencias más o menos puntuales a algunos de los problemas a los que la humanidad ha de hacer frente hoy. Pero nuestro propósito es ir más allá y mostrar que es posible abordar *globalmente* dicha problemática. Algo absolutamente necesario por el carácter sistémico de la misma, que obliga a contemplar conjuntamente los problemas estrechamente interconectados y las posibles soluciones (Vilches y Gil Pérez, 2003).

Hemos elegido con tal fin el estudio de la energía, como 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*.

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; Lynas, 2004).

El presente trabajo 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, so pena de incurrir en visiones descontextualizadas de la ciencia que contribuyen al desinterés de los estudiantes y ciudadanos hacia la misma (Fernández et al., 2005). ¿Cómo no hacer referencia, por ejemplo, a cuestiones como la contaminación o el agotamiento de los recursos naturales? 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 enseñanza de la Física, y contribuir así a los objetivos de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible que impulsa Naciones Unidas. Naturalmente, el estudio de la energía varía según el nivel y materia considerada. Concretaremos nuestro análisis y propuestas al estudio de la energía en la Educación Tecnológica para el nivel secundario, presente en el currículo español, aunque buena parte de lo que introduciremos es válido para otras materias y niveles en los que se aborda el estudio de la energía.

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, por ejemplo, la educación tecnológica? Ésta es la cuestión que intentaremos responder a continuación, 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 temática de las diferentes áreas de la educación, formal o no reglada, tal como se reclama desde Naciones Unidas a todos los educadores.

Basta preguntar a los estudiantes *qué cuestiones interesará plantearse al abordar el 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, como hemos podido constatar en diferentes ensayos (López Alcantud, 2002; López Alcantud et al., 2004; Furió et al., 2005), 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 y a los conflictos que este consumo ocasiona. Finalmente los estudiantes se suelen referir 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, sus causas y posibles soluciones que caracterizan la situación del mundo con el estudio de las fuentes de energía.

UNA VISIÓN GLOBAL DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN A NUESTRA SUPERVIVENCIA Y SU ESTRECHA VINCULACIÓN CON LA OBTENCIÓN Y CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Al analizar los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad no basta con referirse – como suele hacerse de entrada- 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; Worldwatch Institute, 1984-2005). 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 invernadero (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 dañan 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, etc. 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, podemos señalar, en primer lugar, la **contaminación ambiental** asociada al uso y obtención de los combustibles fósiles y 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.

Especial atención merece 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 hay que hacer referencia a la particular contribución de las ciudades, asfixiadas por los automóviles, calefacciones, etc., con su consecuente elevado consumo energético, contaminación e incremento del efecto invernadero (Girardet, 2001).

Conviene detenerse en las consecuencias del calentamiento global (Lynas, 2004) 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. Y no debemos olvidar los problemas originados en el proceso de producción, transporte y almacenamiento de recursos energéticos, como las catástrofes que se producen durante la extracción del carbón en las minas, en las que han muerto y siguen muriendo miles y miles de trabajadores o 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 que plantean la seguridad en las centrales nucleares, recordando los accidentes nucleares habidos, así como el que supone, para las generaciones futuras, el almacenamiento de residuos radiactivos, especialmente los de alta actividad, en tierra o en el mar.

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 clorofluorcarbonados (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 (Worldwatch Institute, 1984-2005) 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), estimulado por una publicidad agresiva, creadora de necesidades, que impulsa al “usar y desechar”, promociona productos sin atender a su impacto ecológico e incluso reduce expresamente su durabilidad estimulando las modas efímeras.

* *La explosión demográfica*. Dada la frecuente resistencia a aceptar que el crecimiento demográfico representa hoy un grave problema (Vilches y Gil, 2003), conviene detenerse en discutir este aspecto y proporcionar algunos datos acerca del mismo que permitan valorar su papel, junto al hiperconsumo de una quinta parte de la humanidad, en el actual crecimiento no sustentable (Ehrlich y Ehrlich, 1994):

- 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".
- Aunque se ha producido un descenso en la tasa de crecimiento de la población, ésta sigue aumentando en unos 80 millones cada año, por lo que se duplicará de nuevo en pocas décadas.
- Como han explicado los expertos en sostenibilidad, en el marco del llamado Foro de Río, la actual población precisaría ya de los recursos de tres Tierras (!) para alcanzar un nivel de vida semejante al de los países desarrollados.
- “Incluso si consumieran, en promedio, mucho menos que hoy, los nueve mil millones de hombres y mujeres que poblarán la Tierra hacia el año 2050 la someterán, inevitablemente, a un enorme estrés” (Delibes y Delibes, 2005).

* 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 funcionalmente.

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 llamados “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 desarrollados, 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, insistimos, 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 comprender 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 (Vilches y Gil Pérez, 2003, capítulo 10).

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 asociados... y la destrucción del medio.

Es preciso detenerse, en particular, en analizar los numerosos conflictos, 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 bélicos, 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.

¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS QUE SE REQUIERE 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?

Una abundante literatura se refiere a toda una serie de medidas que, como en el caso de los problemas, hay que contemplar *conjuntamente*. Es preciso insistir en este carácter sistémico tanto de los problemas como de las soluciones, partiendo de un concepto globalizador como es el de *sostenibilidad* o sustentabilidad, en el que es preciso detenerse mínimamente, para evitar un uso trivial o incluso distorsionado del mismo.

El concepto de sostenibilidad como idea vertebradora

El concepto de sostenibilidad surge por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo, que puede describirse como una “emergencia planetaria” (Bybee, 1991), como una situación insostenible que amenaza gravemente el futuro de la humanidad.

Un futuro amenazado es, precisamente, el título del primer capítulo de *Nuestro futuro común*, el informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD, 1988) a la que debemos uno de los primeros intentos de introducir el concepto de sostenibilidad o sustentabilidad: “*El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*”.

Una primera crítica de las muchas que ha recibido la definición de la CMMAD es que el concepto de desarrollo sostenible apenas sería la expresión de una idea de sentido común de la que aparecen indicios en numerosas civilizaciones que han intuido la necesidad de preservar los recursos para las futuras generaciones.

Es preciso, sin embargo, rechazar contundentemente esta crítica y dejar bien claro que se trata de un concepto absolutamente nuevo, que supone haber comprendido que el mundo no es tan ancho e ilimitado como habíamos creído. Un breve texto de Victoria Chitepo, Ministra de Recursos Naturales y Turismo de Zimbabwe, en *Nuestro futuro común* (CMMAD, 1988) expresa esto muy claramente: "Se creía que el cielo es tan inmenso y claro que nada podría cambiar su color, nuestros ríos tan grandes y sus aguas tan caudalosas que ninguna actividad humana podría cambiar su calidad, y que había tal abundancia de árboles y de bosques naturales que nunca terminaríamos con ellos. Después de todo vuelven a crecer. Hoy en día sabemos más. El ritmo alarmante a que se está despojando la superficie de la Tierra indica que muy pronto ya no tendremos árboles que talar para el desarrollo humano".

Y ese conocimiento *es nuevo*: la idea de insostenibilidad del actual desarrollo es reciente y ha constituido una sorpresa para la mayoría. Y es nuevo en otro sentido aún más profundo: se ha comprendido que la sostenibilidad exige tomar en consideración la totalidad de problemas *interconectados* a los que nos hemos referido y que sólo es posible a escala planetaria, porque los problemas lo son: no tiene sentido aspirar a *una* ciudad o *un* país sostenibles (aunque sí lo tiene trabajar para que un país, una ciudad, una acción individual, *contribuyan* a la sostenibilidad).

Una idea reciente *que avanza con mucha dificultad*, porque los signos de degradación han sido hasta recientemente poco visibles y porque en ciertas partes del mundo los seres humanos hemos visto mejorados notablemente nuestro nivel y calidad de vida en muy pocas décadas.

No se explican de otra forma las reticencias para, por ejemplo, aplicar acuerdos tan modestos como el de Kioto para evitar el incremento del efecto invernadero. Ello hace necesario que nos impliquemos decididamente en esta batalla para contribuir a la emergencia de una nueva mentalidad, una nueva forma de enfocar nuestra relación con el resto de la naturaleza. Como ha expresado Bybee (1991), la sostenibilidad constituye "la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad". Una idea central que se apoya en el estudio de los problemas, el análisis de sus causas y la adopción de medidas correctoras. Medidas que, como ya hemos dicho, deben contemplarse globalmente, cuestionando cualquier expectativa de encontrar soluciones puramente tecnológicas a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad. Se precisan, a la vez, medidas tecnológicas, educativas y políticas que presentaremos brevemente a continuación.

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* (Worldwatch Institute, 1984-2005), 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 conviene 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 medidas 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, promoviendo el diseño de procesos y aparatos de bajo consumo, tanto para la industria o el transporte como para el ámbito privado (bombillas y todo tipo de electrodomésticos).

A estas medidas, fundamentalmente técnicas, es preciso añadir otras de naturaleza ética (Vilches y Gil-Pérez, 2003) como son:

- * Dar prioridad a tecnologías orientadas a la satisfacción de necesidades básicas y que contribuyan a la reducción de las desigualdades.

- * La aplicación del *Principio de Prudencia* (también conocido como de Cautela o de Precaución), para evitar la aplicación apresurada de una tecnología cuando aún no se ha investigado suficientemente sus posibles repercusiones.

- * Diseñar y utilizar instrumentos que garanticen el seguimiento de estos criterios, como la Evaluación del Impacto Ambiental, para analizar y prevenir los posibles efectos negativos de las tecnologías y facilitar la toma de decisiones en cada caso.

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 vista 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. Aunque la

energía de la biomasa ha sido aprovechada desde que los seres humanos descubrieron el fuego, la consideración actual de la biomasa como una fuente de energía limpia se hace bajo nuevos criterios ya que presenta toda una serie de ventajas. En primer lugar, el balance de CO₂ emitido es neutro. La combustión de biomasa, si se realiza en condiciones adecuadas, produce agua y CO₂, pero la cantidad emitida de este último gas, principal responsable como hemos comentado del incremento del efecto invernadero, ya fue captada por las plantas durante su crecimiento. Es decir, el CO₂ de la biomasa viva forma parte de un flujo de circulación continuo entre la atmósfera y la vegetación, sin que suponga incremento de ese gas en la atmósfera con tal que la vegetación se renueve a la misma velocidad que se degrada. Por otro lado, no emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas y, lo que es muy importante, una parte de la biomasa para fines energéticos procede de materiales residuales que es preciso eliminar. De esta manera, su aprovechamiento energético supone convertir un residuo en un recurso. Por último, conviene señalar que la implantación de cultivos energéticos, no alimentarios, en tierras abandonadas contribuye a evitar la erosión y degradación del suelo.

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.

Numerosos estudios avalan la capacidad potencial de las energías alternativas para satisfacer las necesidades energéticas de nuestras sociedades si se orienta la investigación e innovación en esa dirección. A título de ejemplo nos referiremos un estudio promovido por Greenpeace del que se ha presentado un informe fundamentado, con el título "*Renovables 2050, Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular*". El proyecto señala que es factible la reestructuración del sistema energético para cumplir objetivos ambientales y en particular que es técnicamente viable abastecer el 100 % de la demanda energética total de la España peninsular, en el 2050, con fuentes renovables. (Ver en <http://energia.greenpeace.es/>).

Entre las conclusiones del informe, que, aunque referidas a España, tienen un interés general, podemos destacar:

- La capacidad de generación de electricidad con fuentes renovables es muy superior a la demanda.
- Los recursos renovables más abundantes son los asociados a la energía solar.
- El potencial de la energía eólica es muy superior a los actuales objetivos de planificación.
- Existen innumerables opciones de configurar un mix de generación de electricidad 100% renovable.

A partir de estas conclusiones Greenpeace, "para evitar un cambio climático peligroso y los demás impactos de las energías sucias", propone la adopción de una serie de medidas concretas que se detallan en el informe.

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 fuentes 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 una atenta lectura 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 Chernobil, o de atentados, cuya prevención (hipotética) requiere costosas medidas 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 otras razones, 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 Worldwatch 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. Todo ello se ve reforzado por estudios como los realizados por Greenpeace a los que antes nos referíamos, así como por numerosos expertos en este campo (Worldwatch Institute, 1984-2005). 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 la declaración final de La Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, clausurada en Bonn el 4 de junio de 2004, con participación de más de 150 países, que se selló 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

Frente a todos los problemas señalados, se precisa una educación que ayude a contemplar los problemas ambientales y del desarrollo en su globalidad (Tilbury, 1995; Luque, 1999), 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 sostenible 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). Un proyecto que oriente la actividad personal y colectiva en una perspectiva sostenible, que respete y potencie la riqueza que representa tanto la diversidad biológica como la cultural y favorezca su disfrute.

Merece la pena detenerse en especificar los cambios de actitudes y comportamientos que la educación debería promover: ¿Qué es lo que cada uno de nosotros puede hacer “para salvar la Tierra”? Las llamadas a la responsabilidad individual se multiplican, incluyendo pormenorizadas relaciones de posibles acciones concretas en los más diversos campos, desde la

alimentación al transporte, pasando por la limpieza, la calefacción e iluminación, tan importantes en un capítulo como éste, dedicado al estudio de la energía (Button y Friends of the Earth, 1990; Silver y Vallely, 1998; García Rodeja, 1999; Vilches y Gil-Pérez, 2003).

El futuro va a depender en gran medida del modelo de vida que sigamos y, aunque éste a menudo nos lo tratan de imponer, no hay que menospreciar la capacidad que tenemos los consumidores para modificarlo (Comín y Font, 1999). La Agenda 21, fruto de la primera Cumbre de la Tierra, ya indicaba que la participación de la sociedad civil es un elemento imprescindible para avanzar hacia la sostenibilidad.

En ocasiones surgen dudas acerca de la efectividad que pueden tener los comportamientos individuales, 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 per 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.

Se trata de promover el uso de aparatos de bajo consumo, de potenciar el transporte público y 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 hacer uso de 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.

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 políticas

Debemos recordar que nos enfrentamos a problemas que tienen una incidencia local y planetaria y que no es posible abordar con medidas exclusivamente locales problemas que afectan a todo el planeta. Se precisan medidas políticas locales, regionales y *planetarias*. Se precisa, muy en particular, una urgente 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.

Es cierto que hoy hablar de *mundialización* o *globalización* tiene muy mala prensa y son muchos los que denuncian, justamente, 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 locales, regionales y 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).

Empieza a comprenderse, pues, la urgente necesidad de una integración política planetaria, plenamente democrática, capaz de impulsar y controlar las necesarias medidas en defensa del medio y de las personas, de la biodiversidad y de la diversidad cultural, etc. Se trata de impulsar un nuevo orden mundial, basado en la cooperación y en la solidaridad, con instituciones capaces de evitar la imposición de intereses particulares que resulten nocivos para la población actual o para las generaciones futuras (Renner, 1993 y 1999; Folch, 1998; Jáuregui, Egea y De la Puerta, 1998; Giddens, 2000).

Y existen numerosas razones para impulsar instancias mundiales. En primer lugar, es necesario el fomento de la paz, evitar los conflictos bélicos y sus terribles consecuencias, lo que exige unas Naciones Unidas fuertes, capaces de aplicar acuerdos democráticamente adoptados. Se necesita un nuevo orden mundial que imponga el desarme nuclear y otras armas de destrucción masiva con capacidad para provocar desastres irreversibles. Y ese fomento de la paz requiere también instancias jurídicas supranacionales, en un marco democrático mundial, para una lucha eficaz ante el terrorismo mundial, frente al tráfico de personas, armas, drogas, capitales... para la lograr la seguridad de todos.

Una seguridad que requiere poner fin a las enormes desigualdades, a la pobreza, como señala Mayor Zaragoza (2000) en *Un mundo Nuevo*: “En su acepción más amplia, la seguridad supone la posibilidad para las poblaciones de acceder a un desarrollo económico y social duradero; exige la erradicación de la pobreza a escala planetaria”. Se necesita, pues, incrementar la cooperación y el desarrollo, introduciendo cambios profundos en las relaciones internacionales, que se vienen reclamando desde hace décadas. Se pueden percibir las estrechas vinculaciones entre las posibles soluciones: combatir la pobreza favorecería la seguridad de todos, reduciendo los conflictos, que, a su vez, liberaría recursos para favorecer el desarrollo, para transferir a los países en desarrollo tecnologías que mejoren el medio ambiente, que incrementen la eficiencia energética, el tratamiento de enfermedades, etc.

Una integración política a escala mundial plenamente democrática constituye, pues, un requisito esencial para hacer frente a la degradación, tanto física como cultural, de la vida en nuestro planeta. Dicha integración reforzaría así el funcionamiento de la democracia y contribuiría a un desarrollo sostenible de los pueblos que no se limitaría, como suele plantearse, a lo puramente económico, sino que incluiría, de forma destacada, el desarrollo cultural.

En el campo de las medidas políticas, son muchos los pequeños pasos que se han ido dando en este sentido, a través de las diferentes Cumbres de la Tierra, Conferencias Mundiales en torno a temas de Educación, Derechos de la Infancia, de las Mujeres, Población, Desarrollo Social, Tratados de eliminación de armas, Cumbre del Milenio, Corte Penal Internacional, Protocolo de Bioseguridad, Cumbres sobre Cambio Climático, etc. Cabe destacar, referente a este último, los acuerdos en torno al Protocolo de Kioto para el control de las emisiones que incrementan el efecto invernadero. Se trata de un ejemplo en el que, como en tantos otros de los citados, podemos ver las serias dificultades a las que se enfrenta el avance hacia estructuras globales y, en particular, a la prepotencia de los más fuertes (Vilches y Gil-Pérez,

2003). Pero si las dificultades son grandes, la necesidad es aún mayor. Nos va en ello nuestra supervivencia, la de todos... incluso la de quienes aún no han comprendido que su verdadero interés está en buscar soluciones *con* los otros, no *contra* los otros.

Pero a pesar de las grandes dificultades, de los frecuentes incumplimientos, es necesario señalar los avances y en este caso, en íntima referencia a la obtención y uso de la energía, los últimos acuerdos llevados a cabo en la última Cumbre del Clima de Naciones Unidas, celebrada en Montreal en diciembre de 2005, suponen un nuevo paso ante la amenaza ya evidente del calentamiento global del planeta y sus consecuencias. En ella se adoptó un acuerdo, que algunos denominan histórico, para dar continuidad al Protocolo de Kioto una vez que en 2012 se haya cumplido la primera fase de reducción de los gases de efecto invernadero. Las medidas iniciales de reducción de emisiones nacidas en Kioto, en 1997, y los mecanismos para lograrlo deben ahora evolucionar hacia compromisos de mayor alcance y ambición para atenuar el incremento de efecto invernadero, una tarea más ardua que la realizada hasta ahora que deberá contribuir a mejorar la situación para el futuro del planeta.

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.

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 hemos elaborado y ensayado materiales curriculares, en particular en el estudio de la energía, que incorporan el tratamiento de la situación de emergencia planetaria (Furió et al., 2005; López Alcantud et al., 2005). Actualmente estamos procediendo a un ensayo sistemático y controlado de los mismos con estudiantes de diferentes niveles educativos y profesores en formación. En un próximo trabajo presentaremos los muy satisfactorios resultados que estamos obteniendo.

Queremos, de esta forma, 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 futuros ciudadanos y ciudadanas.

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.
- BUTTON, J. and FRIENDS OF THE EARTH (1990). *¡Háztelo Verde!* Barcelona: Integral.
- 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 respuesta*. Barcelona: Icaria.
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza.
- DELIBES, M. y DELIBES DE CASTRO, M. (2005). *La Tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?* Barcelona: Destino.
- 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.
- FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- 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.
- FURIÓ, C., CARRASCOSA, J., GIL- PÉREZ, D. y VILCHES, A. (2005). ¿Qué problemas plantean la obtención y consumo de recursos energéticos? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- GARCÍA RODEJA I. (1999). El sistema Tierra y el efecto invernadero, *Alambique*, Nº 20, 75-84.
- 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.
- GIL- PÉREZ, D., VILCHES, A. y OLIVA, J. M. (2004). Década de la educación para el desarrollo Sostenible. Algunas ideas para elaborar una estrategia global. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2, nº 1, pp.91-100.
- 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.
- JÁUREGUI, R., EGEA, F. y DE LA PUERTA, J. (1998). *El tiempo que vivimos y el reparto del trabajo*. Barcelona: Editorial Paidós.
- 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.
- LYNAS, M. (2004). *Marea alta. Noticia de un mundo que se calienta y cómo nos afectan los cambios climáticos*. Barcelona: RBA Libros S. A.
- 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.
- LÓPEZ ALCANTUD, J., GIL-PÉREZ, D., VILCHES, A. y GONZÁLEZ, E. (2004). El estudio de la energía en la educación tecnológica: una ocasión privilegiada para analizar la situación del mundo. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 18, 81-104.
- LUQUE, A. (1999). Educar globalmente para cambiar el futuro. Algunas propuestas para el centro y el aula, *Investigación en la Escuela*, 37, 33-45.
- MAALUF, A. (1999). *Las identidades asesinas*. Madrid: Alianza.
- MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: Circulo de lectores.
- 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.
- RENNER, M. (1993). Prepararse para la paz. En Worldwatch Institute, *La situación del mundo 1993*. Barcelona: Ed. Apóstrofe.
- 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.
- 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.
- 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.
- WORLDWATCH INSTITUTE (1984-2005). *The State of the World*. New York: W.W. Norton. (Versiones en castellano, *La situación del mundo*, Barcelona: Icaria).