

Capítulo 11

¿Qué problemas plantean la obtención y el consumo de recursos energéticos?

Carles Furió, Jaime Carrascosa, Daniel Gil Pérez y Amparo Vilches

Comentario preliminar. Como señalábamos en los comentarios finales del capítulo anterior, pasamos a presentar un programa de actividades que forma parte de un conjunto de cuatro unidades destinadas a abordar con un cierto detenimiento la problemática de la energía. Después de lo estudiado en el capítulo anterior, que constituiría la primera unidad, en la segunda (que no incluimos en este libro, por razones de espacio) se abordan los cambios asociados a los fenómenos caloríficos y se analiza la naturaleza del calor y su relación con la energía (lo cual ha llevado a introducir las ideas de conservación, transformación y degradación de la energía). En la tercera unidad (que tampoco se incluye) se estudia el papel de la energía en nuestras vidas, viendo sus usos a lo largo de la historia, desde las primeras formas de producir cambios hasta las tecnologías actuales. Por último, en el capítulo que ahora presentamos, abordaremos el estudio de las fuentes de la energía y los problemas asociados a su obtención y uso, que constituye una problemática fundamental en la formación de ciudadanas y ciudadanos conscientes de los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, sumándonos así al llamamiento de Naciones Unidas para impulsar una *Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible* (2005-2014).

INTRODUCCIÓN

Si queremos producir cambios como, por ejemplo, tostar pan, lavar la ropa, trasladarnos con rapidez, etc., es necesario emplear una tecnología adecuada –o sea, disponer de aparatos o máquinas– y, al mismo tiempo, usar alguna forma de energía que pueda hacerlos funcionar. Así pues, ha llegado el momento de abordar la cuestión: *¿de dónde sacamos energía para producir estas transformaciones?* Pregunta que hoy día adquiere enorme importancia dada la situación de crisis energética, de agotamiento de recursos energéticos que se viene denunciando desde hace algunas décadas. Nos centraremos, por tanto, en el estudio de *las fuentes de energía*, pero previamente es preciso clarificar la siguiente cuestión:

A.1. Si, como vimos al establecer el principio de conservación de la energía, en un sistema aislado la energía total se conserva, ¿por qué se insiste en la necesidad de ahorrar energía, de consumir menos, o incluso se plantea cómo “producir más” energía?

Comentarios A.1. Es preciso discutir el problema que puede plantear a los estudiantes la aparente contradicción de hablar de necesidades energéticas, cuando sabemos, y se ha establecido en una unidad precedente, que, en un sistema aislado, la energía se conserva. Se trata, pues, de llevarles a recordar lo ya discutido en dicha unidad acerca del problema de la *degradación* de la energía que tiene lugar cuando sucede cualquier cambio: recordar que la energía va distribuyéndose entre los objetos que interaccionan, aumentando en particular la energía interna de los mismos (desordenada) a expensas de la energía macroscópica (ordenada). De ahí que haya necesidad de buscar energía aprovechable o útil para realizar estas transformaciones aunque en ellas *se conserve* la energía.

A.2. ¿Qué cuestiones interesará plantearse en un tema como éste dedicado al estudio de las fuentes de energía?

Comentarios A.2. 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. Conviene presentarles ahora el índice previsto para el desarrollo del tema, a fin de que constaten la relevancia de sus aportaciones.

Una vez formuladas las cuestiones a plantearse en este tema, convendrá ver en qué medida la programación preparada previamente por los profesores permite su tratamiento.

A.3. Analicen el guión o índice provisional de la unidad que proporcionará el profesor o la profesora, con el fin de contrastar si incluye adecuadamente los problemas concebidos por el conjunto de los equipos o si ha de introducirse algún cambio.

Comentarios A.3. El índice previsto para el desarrollo de esta unidad contempla los siguientes tres bloques (Gil-Pérez, Furió y Carrascosa, 1996):

1. Fuentes de energía.

- 1.1. Una panorámica de las fuentes primarias de energía en la actualidad.
- 1.2. Recursos energéticos de uso directo.

2. La crisis de la energía: problemas asociados a la obtención y consumo de energía.

- 2.1. El problema del agotamiento de los recursos energéticos.
- 2.2. Problemas ambientales relacionados con la producción y consumo de energía.

3. Energía para un futuro sostenible: ¿qué propuestas?

- 3.1. Reducción de la contaminación en la obtención y consumo de combustibles fósiles.
- 3.2. Aumento de la eficiencia en los procesos energéticos.
- 3.3. La importancia de las “pequeñas acciones” individuales.
- 3.4. Nuevas formas de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.
- 3.5. Un esfuerzo de investigación en tecnologías energéticas favorecedoras de un desarrollo sostenible.
- 3.6. Más allá del problema de la energía: necesidad de un planteamiento global.

En general, los estudiantes encuentran recogidas sus preocupaciones e intereses en el índice propuesto, pero en el caso de que alguna de sus cuestiones no esté contemplada en esta programación inicial, conviene valorar muy positivamente su contribución e incorporarla al hilo conductor previsto inicialmente.

Con esta discusión inicial se consigue, en definitiva, que los estudiantes adquieran una visión preliminar de la tarea a realizar y la vean como algo propio.

Pasemos, pues, a abordar el primero de los apartados del índice del tema.

1. FUENTES DE ENERGÍA

Comenzaremos el estudio de las fuentes de energía tratando de relacionar lo visto al final de la unidad anterior -relativo a las máquinas y al uso de la energía- con el problema que aquí nos ocupa.

A.4. Consideren aparatos o máquinas que utilicemos los seres humanos, indicando para qué los empleamos y de dónde se obtiene la energía necesaria en cada caso.

Comentarios A.4. Se puede solicitar a los estudiantes que organicen la información en una tabla con tres columnas, destinadas a indicar, respectivamente, el servicio que se necesita (por ejemplo, desplazamiento al instituto), el instrumento utilizado, o, dicho de otro modo, la tecnología empleada (autobús) y, finalmente, la procedencia de la energía necesaria (combustión del gasóleo).

En general, por lo que respecta al origen de las energías, los estudiantes se refieren a productos energéticos de consumo directo, como la gasolina, el butano, etc., o a la corriente eléctrica. Es ahora cuando se debe iniciar el proceso de diferenciar entre *recursos energéticos de uso directo* y lo que se suele denominar como *fuentes primarias de energía* de las que, mediante transformaciones en refinerías o en centrales eléctricas, se obtienen aquellos recursos.

En todos los ejemplos propuestos se ha visto que hace falta utilizar recursos energéticos de uso directo, bien en forma de combustibles o de corriente eléctrica. Podemos ahora plantear cuáles son las fuentes originales de estas energías.

1.1. Una panorámica de las fuentes primarias de energía en la actualidad

- A.5.** Den una relación lo más amplia posible de los recursos energéticos primarios que se conozcan, indicando cuáles son de uso directo y cuáles se transforman para su uso.
- A.6.** Indiquen la importancia relativa que, en su opinión, puede tener cada una de las fuentes primarias contempladas en la actividad anterior en el consumo actual de la energía en el mundo.

Comentarios A.5 y A.6. Los estudiantes suelen referirse, como fuentes primarias, al *petróleo*, al *carbón* y al *gas natural* que, en conjunto, constituyen los denominados *combustibles "fósiles"*. También citan los combustibles nucleares, la leña (o, más en general, la biomasa) y las fuentes renovables de energía que se mencionaron en unidades anteriores, como los saltos de agua, las mareas, el viento, el sol, etc. A menudo, sin embargo, a algunos grupos se les olvida mencionar alguna de ellas o incluyen recursos derivados como fuentes primarias, o no tienen en cuenta que un determinado recurso primario (por ejemplo, el gas natural) puede ser de uso directo y utilizarse también para obtener fuentes secundarias. Puede haber alguna referencia al uso del hidrógeno como combustible, que es un tema ampliamente debatido por los medios de comunicación en los últimos años, debate que conviene posponer y que abordaremos al final de la unidad. La puesta en común permite completar y corregir las relaciones elaboradas por los estudiantes.

En relación a la importancia actual (A.6) que conceden a cada uno de estos recursos hay que tener presente que sus respuestas estarán matizadas por el lugar en el que viven. Muchos, por ejemplo, suelen sobrevalorar los porcentajes relativos a la energía hidroeléctrica y nuclear que se destinan a generar electricidad. Conviene, pues, que comparen sus estimaciones con los datos sobre el consumo mundial de fuentes primarias de energía que se recogen en la tabla 1.

Tabla 1.

Consumo mundial de las fuentes primarias de energía	
Crudo de petróleo	35,5%
Carbón	24,7%
Gas natural	15,5%
Biomasa	9,0%
Saltos de agua	5,4%
Combustibles nucleares	3,6%
Otras: viento, sol,...	4,3%

Conocidas las diferentes fuentes primarias de energía, conviene que nos detengamos brevemente en su estudio, comenzando por la biomasa para pasar después al estudio de los combustibles fósiles y nucleares, dejando para más adelante el tratamiento de las fuentes de energía renovables, en la medida en que su uso está asociado en la actualidad a las alternativas energéticas sostenibles (que abordaremos en profundidad en el apartado 3).

A.7. Expongan sus ideas acerca de la biomasa como recurso energético.

Comentarios A.7. Muy posiblemente, los estudiantes restrinjan el significado de la biomasa a la leña para hacer fuego y sea conveniente clarificar que también se debe incluir en este término los productos de desecho de vegetales y animales, como la paja, los excrementos, etc., que pueden fermentarse y obtener combustibles como gas metano o como metanol.

Por otra parte, se puede llamar la atención sobre la importancia de este recurso en los países en desarrollo proporcionando los datos que figuran en la tabla 2 y comentar las razones de que sea la biomasa el recurso más utilizado, así como el serio peligro que corre hoy en día, en muchos de esos países, la cubierta vegetal, a la que no se da tiempo de rehacerse.

Tabla 2.

Porcentaje del consumo de energía primaria en países en desarrollo durante 1991	
Fuente	Porcentaje (%)
Biomasa	35
Petróleo	26
Carbón	25
Gas natural	8
Otras renovables	6
Combustibles nucleares	<1

Conviene también referirse a la producción agrícola con fines específicamente energéticos, como alternativa a los recursos fósiles. Es lo que se está haciendo en Brasil con la utilización en gran escala de caña de azúcar para la producción de alcohol, que se utiliza como combustible mezclado con gasolina.

Y, por supuesto, es preciso resaltar que los alimentos, que constituyen el “combustible” de la máquina humana, son el ejemplo más notable de la importancia de la biomasa como fuente de energía. Nos alimentamos de vegetales o animales que, a su vez, se alimentan de vegetales. Si tuviéramos en cuenta esta utilización de la biomasa, los datos de la tabla 1 se modificarían sensiblemente.

Podemos ahora abordar el estudio de los denominados combustibles fósiles planteando por qué se suelen llamar así.

A.8. ¿Por qué a los carbones minerales, al petróleo y al gas natural se les nombra genéricamente como “combustibles fósiles”?

Comentarios A.8. El adjetivo “fósil” ya orienta la respuesta hacia los procesos de formación de estos combustibles. Se puede recurrir a un video o, al menos, a transparencias o láminas grandes para visualizar este proceso larguísimo de “digestión” (sin aire) de plantas y animales y explicar cómo grandes bosques tropicales y pantanosos con helechos gigantes se depositaron, fueron sepultados por sedimentos y, finalmente, se fueron transformando en carbones. Por ello, la mayor o menor “calidad”

de los carbones depende de su mayor o menor “vejez geológica”. Es decir, a mayor tiempo sepultados bajo la superficie terrestre, mayor será la riqueza (porcentaje) en peso del elemento carbono: mientras las antracitas son los carbones más viejos, con un porcentaje mayor del 90% en carbono, las hullas oscilan entre un 86% (hullas secas) y un 80% (hullas grasas). En cambio, los lignitos, ya más jóvenes, tienen sólo un 65% de carbono y las turbas apenas el 50%. De hecho, las turbas son más utilizadas por su porosidad, por ejemplo en jardinería, que como combustibles.

Algo similar sucedió con el petróleo: millones y millones de cadáveres de seres unicelulares (el plancton marino) de mares y lagos salados se fueron depositando en los fondos marinos y tras ser enterrados por movimientos orogénicos se mantuvieron comprimidos a temperaturas elevadas durante millones de años, transformándose en las bolsas de petróleo y gas natural que conocemos.

A.9. Visiten un lugar de obtención de recursos energéticos primarios (mina de carbón, yacimiento de petróleo, gas natural...) y elaboren un informe en el que se indiquen las características del yacimiento, los problemas asociados a la obtención del recurso, etc.

Comentarios A.9. Si no fuera posible la realización de la visita, se podría recurrir a que vieran algún documental o película donde se observe, por ejemplo, cómo se extrae el carbón de las minas. La película francesa *Germinal*, basada en la novela de Zola del mismo título, describe con bastante fidelidad cómo trabajaban en las minas de carbón, en el siglo XIX, hombres, mujeres y niños.

En cuanto a los yacimientos de petróleo, los estudiantes han oído hablar y han visto en el cine el aspecto de los pozos petrolíferos, pero suelen desconocer lo que hay en su interior. Es conveniente disponer de algunas transparencias claras –con poca información escrita y buena visualización gráfica– donde se vean las distintas fases que hay en el interior de uno de estos yacimientos. Por ejemplo, que se vea la roca “madre” embebida de petróleo con la bolsa que contiene dos fases líquidas –agua salada y petróleo encima– y el gas en la parte superior. Sobre el mismo dibujo se les puede preguntar qué puede ocurrir cuando se “pinche” una de estas bolsas. Comprenden así que, como algunos han visto en películas “del Oeste”, según donde se perfora, puede salir un chorro de gas, de petróleo o de agua salada debido a que, normalmente, estos materiales están a una elevada presión.

Conviene aclarar, además, que el petróleo *no es una sustancia*, sino *una mezcla de muchas sustancias*, aunque todas sean hidrocarburos, es decir, compuestos de carbono e hidrógeno (que son dos de los elementos más abundantes en los seres vivos). También el gas natural está constituido por una mezcla de hidrocarburos más ligeros y que se presentan como gases a temperatura ordinaria. Y no está de más recordar a este respecto que aunque el gas natural representa el 20% de los recursos primarios (sin contar la biomasa), no hace muchos años las compañías que realizaban prospecciones petrolíferas, cuando encontraban gas natural, taponaban el agujero hecho o, peor aún, incendiaban el gas. Aunque no se trata aquí de profundizar en lo relativo a la composición de los combustibles fósiles, sí puede ser interesante observarlos directamente y conocer su aspecto, textura, etc. Con ese objetivo, se pueden proporcionar a los estudiantes muestras de petróleo bruto, distintos tipos de carbón, etc. Así comprenderán por qué a la hulla o a la antracita se les llamaba “carbón de piedra” debido a su consistencia, densidad y brillo. Éstos

son carbones fósiles que los estudiantes no suelen diferenciar del *carbón vegetal*, que es un recurso derivado, obtenido en la combustión incompleta de la madera.

También es necesario detenerse mínimamente en la energía nuclear, de reciente aprovechamiento como recurso primario, bien de uso directo (en las explosiones) o indirecto (en las centrales nucleares).

A.10. Escriban un breve texto, apoyándose en la información pertinente, acerca del fundamento de la energía nuclear.

Comentarios A.10. Aunque se trata de un curso básico, es necesario abordar la cuestión para comprender la importancia de esta fuente primaria de energía. Los estudiantes cuentan con ciertos conocimientos e información sobre el átomo, adquiridos en estudios previos y a través de los medios de comunicación, que ahora pueden ampliar. Conviene referirse, por una parte, a la extraordinaria intensidad de las fuerzas nucleares, lo que implica que cualquier transformación de los núcleos va a ir acompañada de un elevado intercambio de energía, y, por otra, que *los núcleos muy pesados* (como los de los átomos de uranio) *o los muy ligeros* (como los de hidrógeno) *son menos estables que los de masa intermedia*. Se comprende así que cuando se rompan núcleos pesados en fragmentos más estables (*proceso de fisión*), se liberará gran cantidad de energía. Y también se liberan ingentes cantidades de energía en los *procesos de fusión*, como los que suceden en el Sol, en los que el “combustible” son los núcleos más ligeros que al unirse forman núcleos de átomos un poco más pesados y estables.

En el apartado siguiente nos asomaremos a los procesos tecnológicos para el aprovechamiento de los recursos primarios, que en el caso de la energía nuclear son particularmente complejos. Pero antes, para acabar con este breve estudio de los recursos energéticos primarios, analizaremos cómo ha evolucionado el consumo mundial de esos distintos recursos.

A.11. Conjeturen cuál ha sido, a grandes rasgos, la evolución de las fuentes primarias de energía y su utilización a lo largo de la historia.

Comentarios A.11. Una actividad como ésta, que puede reforzarse con la recopilación de información pertinente, permite romper con cualquier idea de estabilidad en el tiempo, de que “las cosas han sido siempre así”, y apoyar, por tanto, la posibilidad de nuevos cambios. Particularmente relevante, por ejemplo, es lo sucedido con el petróleo: este líquido oleaginoso se utilizó hace más de 6.000 años por distintas culturas como arma incendiaria, impermeabilizante o remedio para distintas enfermedades, pero de forma muy puntual. Todavía en 1808, una comisión científica de la Academia Imperial de Ciencias de San Petersburgo informó, a su regreso de Bakú, capital de la República de Azerbaiyán, a orillas del mar Caspio, que “el petróleo es un mineral carente de utilidad”. Cincuenta años más tarde se construyó en Pensilvania (EE.UU.) el primer pozo de petróleo y se le empezó a denominar “oro negro”.

Volveremos a plantear la cuestión de los cambios en el uso de los recursos energéticos al analizar los problemas que conlleva la situación actual, pero, previamente, tal como ya hemos avanzado, estudiaremos cómo se obtienen, a partir de las fuentes primarias, los recursos energéticos de uso directo.

Estudiadas las principales fuentes de energía, se puede pasar a tratar su transformación en combustibles de uso directo y en electricidad.

1.2. Recursos energéticos de uso directo

A.12. ¿Qué procedimientos conocen para obtener los recursos energéticos de uso directo a partir de las distintas fuentes primarias?

Comentarios A.12. Al considerar las distintas fuentes primarias se pueden contemplar, básicamente, estas situaciones:

Recursos que pueden ser utilizados directamente, ya sea por combustión (biomasa, carbón mineral, gas natural...) en hornos, máquinas de vapor, etc., ya sea como agentes de movimiento mecánico (viento, energía animal, corrientes de agua...) que hacen funcionar molinos, desplazan barcos, etc.

Combustibles que se obtienen de formas muy diversas: por *destilación*, como la *gasolina* a partir del petróleo; por *fermentación*, como los *alcoholes* a partir de distintos vegetales de crecimiento rápido, o como el *biogás* a partir de los excrementos de las granjas; o por *combustión incompleta*, como el *carbón vegetal* a partir de la leña...

Energía eléctrica obtenida a partir de distintos recursos y procedimientos: haciendo girar turbinas mediante vapor obtenido al calentar agua (quemando diversos combustibles o mediante reacciones nucleares), haciendo girar las turbinas en saltos de agua mediante molinos de viento...

Conviene detenerse en alguno de estos procedimientos e incluso proceder a ensayos prácticos (siempre que no entrañen peligro). A título de ejemplo incluimos, a continuación, algunas actividades, aunque no se trata, lógicamente, de realizarlas todas.

A.13. Desde la antigüedad, y aun hoy en día en muchos lugares del planeta, se viene cocinando con carbón vegetal obtenido a partir de leña. Sugieran la forma de obtener este carbón vegetal e indiquen cuáles podrían ser sus ventajas sobre la leña.

Comentarios A.13. Son muchos los lugares del planeta donde se sigue produciendo carbón vegetal y, por otra parte, todos hemos visto reiteradamente en los restos de una hoguera que la leña que no se ha quemado completamente queda carbonizada. No resulta difícil comprender, pues, que para obtener carbón conviene cubrir montones de leña con tierra y cuidar las entradas de aire *para que sólo arda una pequeña parte de la madera* y el resto se carbonice. Es un proceso delicado y peligroso, que exige bastante pericia de los "carboneros".

En cuanto a las ventajas del carbón sobre la leña, sabemos que la leña se quema con abundancia de humos y llamas muy vivas, por lo que su uso resulta incómodo en las cocinas, mientras que el carbón se quema de forma mucho más regular y sin humos. Y es fácil intuir su mayor facilidad de almacenamiento (el carbón, por decirlo de algún modo, es un combustible más "concentrado").

A.14. Busquen información sobre las transformaciones a que hay que someter el crudo de petróleo para disponer de combustibles directamente utilizables.

A.15. Diseñen algún experimento sencillo para separar por destilación distintas fracciones de una pequeña muestra disponible de petróleo.

Comentarios A.15. Si se opta por realizar la experiencia, es necesario dar las indicaciones necesarias al alumnado para evitar accidentes, ya que se trata de productos fácilmente inflamables. En el caso de que se quiera realizar la destilación fraccionada de petróleo y no se disponga de muestras se puede “fabricar” una de ellas con una mezcla de gasolina, gasóleo, vaselina, aceite de motor gastado y parafina. Una destilación sencilla puede hacerse en un tubo grueso de vidrio, en el que se introduce un volumen de unos 5 ó 6 ml de la muestra y unos trocitos de porcelana para que la ebullición no sea brusca, que se cierra con un tapón atravesado por un tubo fino, suficientemente largo para que llegue a condensar los vapores, que termine en un codo que puede introducirse en un tubo de ensayo. Pueden recogerse distintas fracciones que vayan hasta 80° C (gasolinas), de 80 a 200° C (queroseno), de 200 a 400° C (gasóleos), de 400 a 600° C (aceites lubricantes) y más de 600° C (parafinas).

Otro gran capítulo de obtención de energía de uso es el de la electricidad, al que nos asomaremos a continuación.

A.16. Revisen lo visto en electricidad acerca de cómo se puede generar corriente eléctrica e ilustrarlo con alguna experiencia sencilla.

A.17. ¿Dónde y cómo se produce la energía eléctrica que tan cómodamente gastamos en casa?

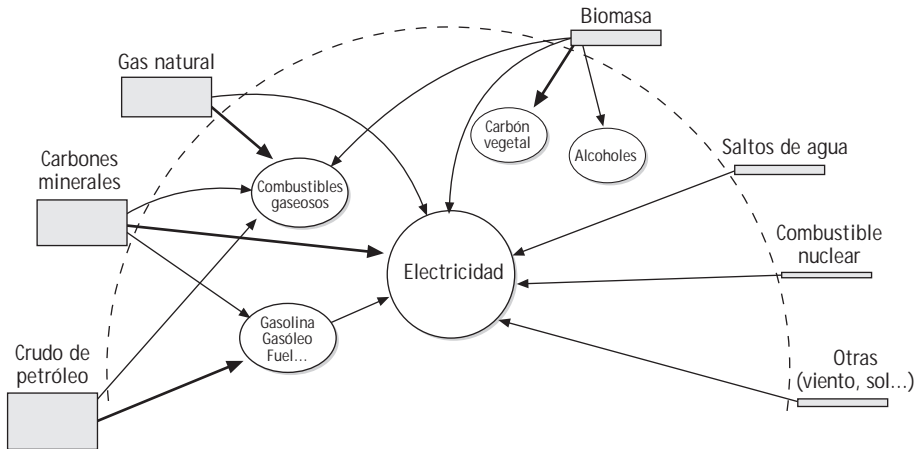
A.18. Interpreten las transformaciones energéticas que tienen lugar en las centrales hidroeléctricas, térmicas y nucleares.

A.19. Visiten una central de producción de energía (hidráulica, nuclear, solar,...) y realicen un debate y un trabajo, posteriormente, sobre la misma, considerando sus características, ventajas, repercusiones en los diferentes ámbitos, etc.

A.20. Elaboren un esquema que sintetice la información relativa a las fuentes primarias y a las de uso directo mostrando sus relaciones e importancia respectiva.

Comentarios A.16 a A.20. No podemos extendernos aquí en comentar cada una de estas actividades, que nos remiten a la información proporcionada en cualquier texto elemental. Sí conviene detenerse en la actividad A.20 por su carácter globalizador. La figura adjunta es un ejemplo de cómo sintetizar la información acerca de las fuentes primarias y derivadas de energía.

Visión global de las principales fuentes primarias de energía y fuentes de uso derivadas



Una vez revisadas las fuentes primarias de energía y cómo a partir de ellas se obtienen los recursos de uso directo, podemos abordar los principales problemas que van ligados a su consumo y, muy particularmente, al crecimiento del mismo, que han dado lugar a la llamada “crisis de la energía”.

2. LA CRISIS DE LA ENERGÍA: PROBLEMAS ASOCIADOS A LA OBTENCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA

Comenzaremos explicitando nuestra percepción global de esta problemática.

A.21. Expongan cuáles son, en su opinión, los principales problemas y desafíos asociados a la obtención y consumo de energía.

Comentarios A.21. Como es lógico, los estudiantes se refieren, básicamente, a los problemas de contaminación y al agotamiento de recursos. Es preciso, pues, insistir y reclamar qué otros problemas pueden estar asociados a la obtención y consumo de energía. Algún equipo hace entonces referencia a los conflictos que se producen por su control. Y una vez rota la barrera que parece obligar a dejar de lado, en un curso de ciencias, las implicaciones sociales del desarrollo tecnocientífico, es decir las interacciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, los equipos se refieren a los desequilibrios “Norte-Sur”, a los excesos de consumo de una reducida parte de la humanidad, al problema demográfico, etc., superando el reduccionismo que supone centrar la atención exclusivamente en la degradación del medio físico. Nos remitimos, a este respecto, al planteamiento global que se propone en “*Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*” (Vilches y Gil-Pérez, 2003).

A continuación repasaremos brevemente algunos aspectos de esta crisis energética.

2.1. El problema del agotamiento de los recursos energéticos

El enorme consumo de 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.

A.22. Completen la tabla 4 de consumo energético que se adjunta, obteniendo la duración estimada de las reservas y comenten los resultados.

Tabla 4.

Consumo mundial (en 1987) y reservas de combustibles fósiles			
Combustible	Consumo anual (en TEP)	Reservas (en TEP)	Duración estimada (en años)
Carbón	2.387	535.000	
Petróleo	2.941	122.000	
Gas natural	1.556	97.000	

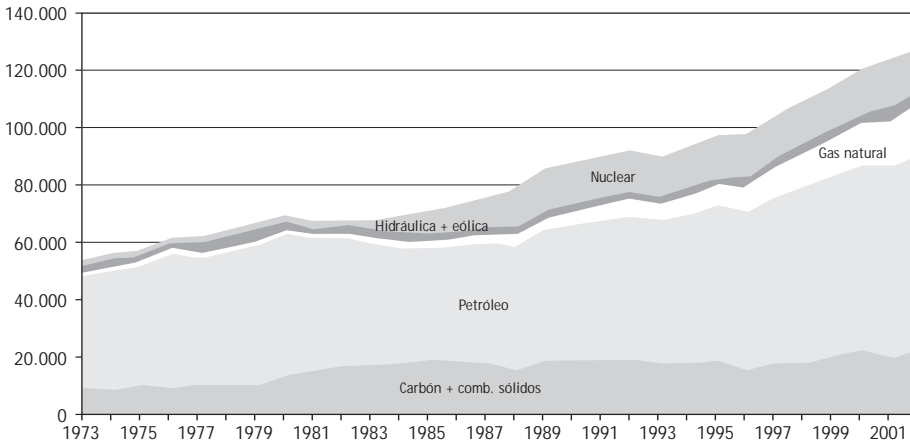
[TEP = Tonelada Equivalente de Petróleo, es decir la energía obtenida por la combustión de una tonelada de petróleo; $1 \text{ TEP} = 4,18 \cdot 10^{10} \text{ J}$].

A.23. ¿Hasta qué punto se puede suponer que el ritmo de consumo energético se mantendrá similar al actual?

Comentarios A.22 y A.23. La A.22 es un simple ejercicio que permite a los estudiantes calcular la duración estimada de las reservas de combustibles fósiles, suponiendo que se mantuviera el ritmo del consumo energético. En A.23 se cuestiona dicha suposición, puesto que sabemos que el consumo de recursos energéticos va aumentando muy rápidamente (por razones demográficas, de cambios en las necesidades humanas, etc.), lo que significa que su duración será todavía menor de la prevista. Es cierto que resulta difícil predecir con precisión cuánto tiempo podremos seguir disponiendo de petróleo, carbón o gas natural, ya que tanto las reservas estimadas como el ritmo de consumo mundial están sujetos a variaciones, debidas, entre otras muchas cosas, a la realización de nuevas prospecciones en busca de yacimientos, e incluso se está volviendo a obtener petróleo de yacimientos que se abandonaron hace tiempo por no ser rentables. Pero merece la pena hacer la reflexión para darnos cuenta de que, en definitiva, las tendencias son cada vez más claras, y ni los más optimistas expertos pueden ignorar que se trata de recursos fósiles no renovables, cuya extracción resulta cada vez más costosa. Además, cuando nos referimos al agotamiento del petróleo, no se trata sólo de la pérdida de un recurso energético, sino de una materia prima de multitud de materiales sintéticos, como fibras, plásticos, medicamentos, etc. Y al quemar petróleo, al agotarlo, estamos además privando a las generaciones futuras de una valiosa materia prima (Vilches y

Gil-Pérez, 2003). Se puede presentar un cuadro como el que se adjunta, en el que se aprecia el crecimiento de las fuentes de energía primarias en España en las tres últimas décadas.

Evolución del consumo de energía Primaria
Unidad: ktep



FUENTE: Ministerio de Economía de España. D. G. de Política Energética y Minas.

La evolución mundial del consumo de recursos energéticos esconde desequilibrios que deben ser puestos de relieve:

A.24. Conjeturen cómo se distribuye el consumo de energía en el mundo y busquen información pertinente con la que cotejarlo.

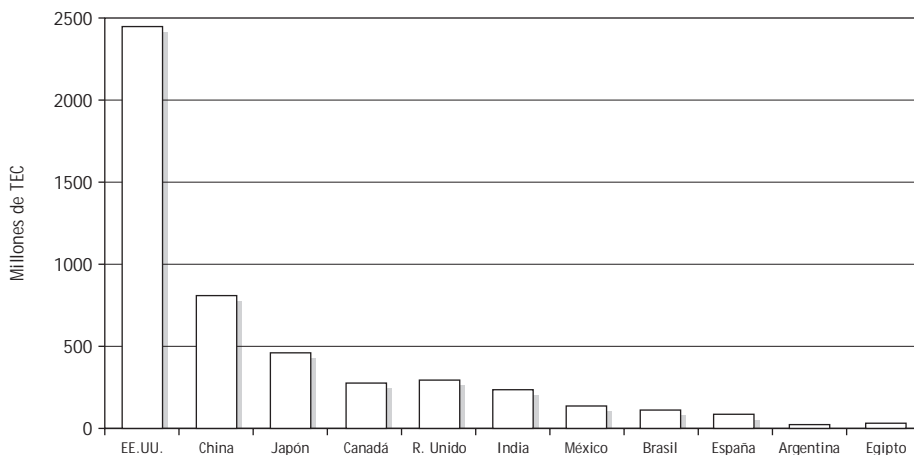
A.25. Teniendo en cuenta la distribución de la población mundial, ¿qué puede decirse acerca de la energía que por término medio consume una persona en un país desarrollado en comparación con una persona de un país en desarrollo?

A.26. Hagan una estimación de cuál sería el consumo total de energía en países como China y la India si sus ciudadanos y ciudadanas usaran un promedio de energía igual al de los estadounidenses o al de los ciudadanos de la Unión Europea.

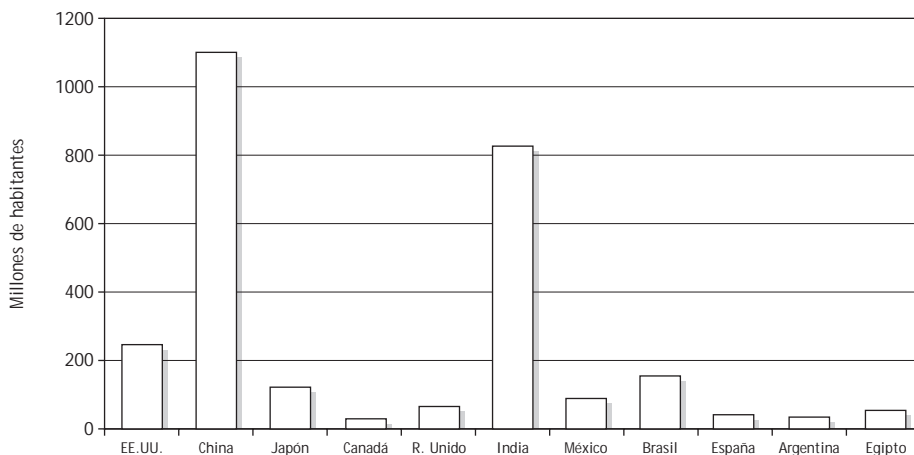
Comentarios A.24 a A.26. En A.24 y A.25 se trata de reflexionar sobre las diferencias existentes en el consumo de energía entre los países desarrollados y los en desarrollo. El problema de las grandes desigualdades existentes en el planeta se ve claramente con las diferencias en el consumo entre países. Y más si tenemos en cuenta la distribución poblacional (A.25). 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 problema exclusivo de EE.UU.: algo semejante se puede decir de ese 20% de la población mundial que vive en los países ricos.

Una vez los estudiantes han expuesto sus conjeturas acerca de estos desequilibrios y su relación con la distribución poblacional, se les puede suministrar alguna gráfica con datos al respecto, como las que se muestran a continuación. En A.26 se puede contribuir a poner de manifiesto una vez más el problema del consumo, las desigualdades y el agotamiento de los recursos energéticos. A este respecto, en el Foro de Río + 5, al que antes nos referíamos, se concluyó que la actual población necesitaría los recursos de *tres Tierras* para alcanzar un nivel de vida semejante al de los países desarrollados (Vilches y Gil-Pérez, 2003).

Consumo total de energía en distintos países



Población de cada país



Al grave problema de la escasez de los recursos energéticos hay que añadir el no menos grave de las consecuencias medioambientales que está produciendo este consumo creciente de la energía. Detengámonos en su análisis.

2.2. Problemas ambientales relacionados con la producción y consumo de energía

A.27. Elaboren un dossier con los principales problemas ambientales derivados de la producción y uso de la energía aparecidos en la prensa durante el tiempo que acuerden con su profesor.

Comentarios A.27. Se trata de que durante una o dos semanas los equipos procedan a elaborar un dossier con las noticias de prensa y anoten las referencias que aparezcan a la contaminación ambiental asociada al uso y obtención de los combustibles fósiles y a sus consecuencias, como la lluvia ácida, el incremento del efecto invernadero..., a los problemas de producción, transporte y almacenamiento de los residuos radiactivos y otros materiales peligrosos, etc., así como a los originados en la extracción y transporte de los recursos energéticos, indebidamente presentados como "accidentes". Se trata de una actividad que permite conectar de nuevo lo que se estudia en el aula con el entorno natural y social, lo que contribuye a despertar el interés de los estudiantes hacia los problemas planteados. Este interés se incrementa si se solicita la confección de carteles destinados a ser expuestos y comentados (Gil-Pérez, Furió y Carrascosa, 1996).

Enumerados los problemas ambientales producidos por el consumo de energía, pasaremos a estudiar algunos de ellos y sus consecuencias.

A.28. ¿En qué consiste la lluvia ácida? ¿Qué efectos puede tener sobre el medio ambiente?

A.29. Diseñen una experiencia para contrastar las hipótesis emitidas en torno a las consecuencias de la lluvia ácida sobre las ciudades.

A.30. ¿Qué se entiende por efecto invernadero? ¿Cuáles son las principales causas de su incremento en las últimas décadas y qué consecuencias tiene dicho incremento para el medio ambiente?

A.31. Indiquen algunos problemas que puedan producirse durante la extracción y transporte de los recursos energéticos.

A.32. ¿Cuáles son los principales problemas que plantea el uso de la energía nuclear?

Comentarios A.28 a A.32. Se inicia este estudio con la lluvia ácida (A.28), fenómeno bastante familiar para aquellos estudiantes que viven en metrópolis con tráfico automovilístico intenso y que es 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. La A.29 permite ver en qué consiste, precisamente, el denominado "mal de la piedra" al atacar y disolver polvo de mármol con un ácido (por ejemplo, vinagre). Si se considera de interés, se puede proponer, previamente a A.29, la preparación de dióxido de azufre para ver su acidez y así poder comprender los efectos que puede acarrear la disolución de estas emisiones gaseosas en aguas de lagos o su absorción por las hojas y raíces de los vegetales. Esto se puede realizar fácilmente quemando un poco de azufre dentro de un balón, después se tapa el balón con un tapón de goma atravesado por un pequeño tubo de vidrio, se invierte cuidadosamente y se introduce el extremo del tubito en agua,

que, previamente, ha sido amarilleada con rojo de metilo (¡el efecto surtidor es realmente sorprendente!).

La A.30 se destina a estudiar el 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 primer lugar, 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 señalar 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. 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.

En A.31 se hace hincapié en las catástrofes que se producen durante la extracción del carbón en las minas, en las que han muerto miles y miles de trabajadores, así como los numerosos desastres ecológicos debidos al transporte marítimo del crudo de petróleo en barcos sin garantías. Es preciso cuestionar, de nuevo, 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, aun a costa de la seguridad de personas y ecosistemas.

Finalmente, en A.32 los estudiantes podrán discutir en torno a los problemas de seguridad en las centrales nucleares, en particular, recordar los accidentes nucleares ocurridos así como el problema que supone el almacenamiento de residuos radiactivos en tierra o en el mar, fundamentalmente los de alta actividad, que constituyen un gravísimo problema para generaciones futuras.

Una vez analizados algunos de los problemas que se plantean en la actualidad con la obtención y consumo de los recursos energéticos, habrá que buscar soluciones a los mismos. A ello dedicaremos el apartado siguiente.

3. ENERGÍA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE: ¿QUÉ PROPUESTAS?

Hemos visto que actualmente existe una situación grave a nivel mundial en torno a los problemas asociados a la obtención y uso de la energía. Una situación insostenible de creciente degradación a la que debemos poner fin si no queremos comprometer el desarrollo de las generaciones futuras.

A.33. ¿Qué medidas conciben que habría que adoptar para resolver los problemas asociados a la crisis de la energía que acabamos de estudiar?

Comentarios A.33. A partir de las respuestas de los estudiantes se puede establecer un hilo conductor para ir estudiando un conjunto de soluciones que pueden agruparse en medidas a corto, medio y largo plazo, tanto en el campo tecnológico como en el

educativo y en el político. Será necesario insistir en todo momento en que ninguna acción aislada puede ser efectiva, sino que se necesita un conjunto de medidas interconectadas, que se apoyen mutuamente. Y, por supuesto, no se trata exclusivamente de medidas tecnológicas: 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 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). Empezaremos por las sugerencias de acción inmediata, como la reducción de la contaminación en la obtención y consumo de combustibles fósiles.

3.1. Reducción de la contaminación en la obtención y consumo de combustibles fósiles

Un primer paso para abordar las soluciones más inmediatas será introducir tecnologías que reduzcan al máximo la contaminación ambiental.

A.34. Expongan, lo más detalladamente posible, las medidas tecnológicas que conciben para reducir al máximo la contaminación debida a la obtención, transporte y consumo de combustibles fósiles.

Comentarios A.34. Algunas de estas medidas pueden ser, por ejemplo, la eliminación de impurezas de azufre en los lignitos que se utilizan en las centrales térmicas, el uso de catalizadores en los automóviles, la construcción de “ecopetroleros”, etc. En realidad, existen numerosas tecnologías estudiadas desde hace tiempo para controlar y reducir la contaminación ambiental, basadas en procesos tecnológicos sencillos y no muy costosos, por lo que se podrían llevar adelante fácilmente en todos los países. 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; Vilches y Gil-Pérez, 2003).

A.35. ¿Por qué muchas de las medidas estudiadas para reducir la contaminación no se llevan adelante?

Comentarios A.35. La discusión que plantea esta actividad nos 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.

3.2. Aumento de la eficiencia en los procesos energéticos

Teniendo en cuenta los problemas que hemos ido abordando a lo largo de la unidad, será necesario dar prioridad a tecnologías que aumenten la productividad de los recursos, más que a tecnologías que incrementen la cantidad extraída de los mismos. Es decir, la búsqueda de eficiencia se convierte en una característica de las tecnologías para un desarrollo sostenible.

- A.36.** Como sabemos, en cualquier transformación sólo se aprovecha una parte de la energía utilizada, mientras el resto se “pierde”. Ideen un concepto que nos permita determinar la eficacia de una determinada máquina, desde el punto de vista energético.
- A.37.** ¿Qué significa decir que la eficiencia energética de un motor de gasolina es del 25%?
- A.38.** ¿En qué orden de eficiencia energética creciente habría que colocar, en su opinión, las siguientes “máquinas”: primera máquina de vapor (construida por Newcomen en 1712), máquina de trenes a vapor, bicicleta, motor Diesel, cuerpo humano, turbina de vapor, motor de gasolina, turbina de agua (centrales hidroeléctricas)?
- A.39.** Revisen algunas de las aportaciones de las nuevas tecnologías (ya estudiadas en la unidad anterior) al aumento de la eficiencia de los procesos energéticos.

Comentarios al apartado 3.2. Con A.36 se inicia la revisión de las ideas de degradación de la energía que se habrán visto en una unidad anterior. Ello dará pie a que los estudiantes puedan construir la idea de rendimiento energético como cociente entre la energía aprovechada o energía útil, E_u , y la energía suministrada, E_s . A continuación, las actividades A.37 y A.38 permiten el manejo y consolidación del concepto. En esta última actividad puede ser interesante suministrar a los estudiantes la tabla adjunta una vez debatidas sus hipótesis. La A.39 se dirige a revisar los avances tecnológicos, vistos en unidades anteriores, como, por ejemplo, la aplicación de la robótica al hogar, los ordenadores, etc., desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Tecnología	Rendimiento energético (en %)
- Máquina de vapor de Newcomen (1712)	02
- Tren a vapor (carbón como combustible)	10
- Máquina de vapor (de 1880)	17
- Cuerpo humano	25
- Máquina de combustión interna (a gasolina)	25
- Máquina de combustión interna (Diesel)	35
- Turbina de vapor (a 600° C)	40
- Turbina de agua (central hidroeléctrica)	85
- Bicicleta	95

Ahora bien, al posible ahorro energético, que se pueda conseguir a través del avance tecnológico, hemos de añadir la contribución de cada uno de nosotros con nuestras acciones individuales, lo que nos remite al papel de la educación.

3.3. La importancia de las “pequeñas acciones” individuales

- A.40. Comenten la siguiente proposición: “Los problemas de agotamiento de los recursos energéticos y degradación del medio son debidos, fundamentalmente, a la actividad de las grandes industrias; lo que cada uno de nosotros puede hacer al respecto es, comparativamente, insignificante”.
- A.41. Sugieran medidas que se puedan aconsejar a los ciudadanos y ciudadanas para ahorrar energía en las viviendas, transporte, etc.
- A.42. Diseñen una campaña de sensibilización acerca de los problemas energéticos y sus posibles soluciones para el barrio en el que viven y para la misma escuela.
- A.43. Organicen un “congreso escolar” en torno a la crisis de la energía, en el que se puedan presentar y debatir ponencias de distintos equipos de estudiantes y algunos expertos.
- A.44. Elaboren un “manifiesto/compromiso para el uso correcto de la energía” que se pueda difundir y hacer asumir.

Pero no se trata únicamente de ahorrar la energía que utilizamos directamente. Tan importante como esto es la reutilización y reciclado de materias primas y productos de uso diario y, muy en particular, la recogida de aquellos materiales como las pilas eléctricas que son muy contaminantes y no deben ser echadas a la basura común, sino a contenedores separados para su recogida y reciclaje.

- A.45. Estudien el impacto que la reutilización y el reciclado de algunos materiales (papel, vidrio, etc.) puede tener en el ahorro energético y organicen una campaña de recogida de estos materiales en la escuela.
- A.46. Organicen una campaña de sensibilización para la recogida de pilas eléctricas.
- A.47. Diseñen y elaboren un “juego de la oca” que contemple los usos sostenibles de la energía (que harán avanzar) y los abusos (que obligarán a retroceder).

Comentarios al apartado 3.3. Se empieza por llamar la atención sobre la necesidad de responsabilizar a todos, incluidos los estudiantes, en el problema del ahorro energético (A.40), 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, algunas de las cuales se abordan en las siguientes actividades, cuya suma puede tener un efecto mayor que el del conjunto de la industria, por ejemplo. Es algo que se puede mostrar fácilmente con cálculos simples, lo que permite cuestionar mitos como el formulado en la actividad 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. En A.41 se avanzan algunas acciones para ahorrar energía en las viviendas, como, por ejemplo, usar aparatos de calefac-

ción, de refrigeración, bombillas, etc., de bajo consumo, usar transporte público frente al privado y potenciar el uso de las bicicletas, etc. Pueden proponerse actividades que vayan más allá de la reflexión e impliquen una cierta acción, como, por ejemplo, diseñar campañas de sensibilización (A.42), organizar un “congreso escolar” en torno a la crisis de la energía (A.43), redactar un manifiesto para el uso adecuado de la energía (A.44). 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 “tres erres” (reducir, reutilizar y reciclar) (A.45). A este respecto se ha enfatizado también la recogida y reciclaje de las pilas eléctricas gastadas (A.46). Finalmente, y a modo de síntesis, se presenta la A.47, en la que se puede construir un “juego de la oca” para resaltar aquellos aspectos que se consideran más importantes en el uso sostenible de la energía y también los de un uso inadecuado. En este apartado se puede suministrar bibliografía dirigida específicamente a los estudiantes que, puede ser interesante para las respuestas de las diferentes actividades (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.).

A continuación dirigiremos la atención a las fuentes renovables de energía, algunas conocidas desde muy antiguo, con objeto de ver la posibilidad de aprovecharlas más eficazmente de lo que tradicionalmente se ha hecho.

3.4. Nuevas formas de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía

Son muchas las personas que piensan que en realidad no hay alternativa a los combustibles fósiles, no hay otras posibilidades desde el punto de vista técnico, con la única excepción de la energía nuclear. Cuestionaremos a continuación esta idea, deteniéndonos en las posibilidades que para un desarrollo sostenible ofrece el uso de fuentes de energía alternativas.

- A.48. Enumeren las “fuentes renovables” de energía que conozcan, señalando cuáles pueden ser sus ventajas e inconvenientes, frente a las energías no renovables.
- A.49. Visiten, si es posible, algún parque eólico o aerogenerador de los que existen en zonas rurales, realizando una memoria sobre sus características, ventajas y posibles inconvenientes.
- A.50. ¿Cómo se pueden aprovechar las mareas, las olas y los saltos de agua para producir electricidad?
- A.51. Expongan sus ideas acerca de la importancia de la energía que nos llega del Sol.
- A. 52. Construyan un cuadro en el que se muestre la relación entre la energía solar y los recursos energéticos (fósiles y renovables) estudiados hasta aquí.
- A.53. ¿Cómo se produce la energía que nos llega del Sol?

A.54. ¿Cómo podemos utilizar dicha energía solar? Citen ejemplos de su aprovechamiento directo e indirecto.

A.55. Recojan información y presenten esquemas gráficos sobre el funcionamiento de centrales de energía solar. Realicen una valoración sobre el uso de estas centrales.

Comentarios al apartado 3.4. Primeramente, los estudiantes, en A.48, enumeran sin problemas la mayor parte de las fuentes renovables de energía (viento, saltos de agua...) y señalan 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. A continuación, en A.49 se propone la visita a un parque eólico o algún aerogenerador cercano. Esta visita puede ser sustituida por la proyección de algún documental de los muchos que existen al respecto. En el caso de la energía mareomotriz y la de las olas, se propone una búsqueda de información y posterior exposición. Lo mismo puede hacerse en el caso de las energías hidráulica y geotérmica. Existen videos sobre la utilización de estas energías que pueden ayudar a una mejor comprensión de las ventajas de estas fuentes de energía frente a las procedentes de combustibles fósiles. Particular énfasis se ha hecho en la energía solar, a la que se destina la mayoría de las actividades restantes, en las que se pretende resaltar la importancia que tiene la energía solar no sólo para la vida vegetal (mediante la fotosíntesis) y animal, sino también como fuente de la que proceden la mayor parte de los recursos renovables e incluso los propios combustibles fósiles (formados originalmente por vegetales y/o animales). La A.53 plantea la cuestión de la producción de energía en los procesos de fusión nuclear que suceden en el Sol, y la A.54 presta atención a la aplicación práctica de la utilización de energía solar, ya sea directamente o por medio de determinados procedimientos, en ejemplos cotidianos como el secar la ropa, calentar agua, etc., así como en la construcción de algún dispositivo que permita concentrar la energía solar mediante un faro de vehículo roto y asar una salchicha, etc. Finalmente, para dar cierta visión tecnológica se recomienda otra búsqueda de información para conocer de manera más próxima una central térmica solar (A.55), destacando la importancia del uso de estas centrales.

Todo el conjunto de medidas apuntado en los apartados anteriores como posibles soluciones a corto y medio plazo son claramente insuficientes para abastecer nuestras necesidades energéticas. Así pues, la humanidad requiere nuevas formas de obtener recursos energéticos “abundantes y limpios”.

3.5. Un esfuerzo de investigación en tecnologías energéticas favorecedoras de un desarrollo sostenible

A.56. ¿Cuáles son las perspectivas actuales de conseguir recursos energéticos “limpios” e “inagotables”?

Comentarios A.56. La A.56 da pie para plantear que, aun con todas las propuestas hechas en los apartados anteriores (del 3.1 al 3.4), va a ser difícil dar por resuelta la crisis de la energía y que es preciso seguir buscando la obtención de recursos energéticos abundantes y “limpios”.

Se puede hacer referencia, a este respecto, a los proyectos de investigación hoy en marcha para la obtención de energía por 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, que plantea, además, serios problemas de seguridad, por la dificultad de controlar la reacción en cadena. Existe una fuerte oposición a estas investigaciones en el campo de la fusión, ya que el problema de la seguridad es aún más serio que en el de los actuales reactores de fisión. Y se trata, además, de tecnologías tan complejas que favorecen su control por unos pocos.

Paralelamente, se están impulsando investigaciones sobre cómo eliminar los residuos radiactivos, tan perjudiciales, que se producen en las reacciones de fisión.

Para muchos, sin embargo, el futuro del modelo energético se encuentra en las energías renovables, que, como hemos visto en el apartado anterior, son ya una alternativa tecnológica real y de las que se esperan grandes progresos en su eficacia, en una mayor optimización de producción, en la reducción de costes, etc. Es algo que ya ha empezado, por ejemplo, en lo que se refiere a la energía eólica, que ha experimentado en los últimos años, a nivel mundial, el mayor crecimiento de todas las formas de energía. Así, en España, segundo país europeo en producción de energía eólica, la potencia lograda equivale ya a la de tres centrales nucleares. Algunos expertos señalan que las investigaciones destinadas a las mejoras tecnológicas en este campo, que ya han producido una disminución del coste y un mayor conocimiento del mapa de vientos, a más largo plazo harán que la energía eólica, tanto en tierra como en el mar, sobrepase a la hidráulica, que ahora suministra un 20% de la electricidad mundial.

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 pueden 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 sólo 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 breve revisión de las perspectivas de futuro, 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, etc.

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, ya que, como señala Cayetano López en un artículo publicado en el diario español *El País*, el 26-3-2003, "el hidrógeno no es una fuente de energía. No existen minas ni yacimientos de hidrógeno en nuestro planeta, así que no podemos extraerlo para combinarlo con el oxígeno de la atmósfera y generar energía, dejando agua como único residuo". 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 CO_2 , 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.

3.6. Más allá del problema de la energía: necesidad de un planteamiento global

Disponer de energía abundante y limpia es un indudable requisito para la supervivencia de nuestra especie, pero no es un problema aislado, sino que forma parte de una situación de emergencia planetaria que debemos abordar globalmente.

A.57. Señalen otros problemas que debemos plantearnos, además del que representa la necesidad de recursos energéticos, así como las posibles soluciones para conseguir un desarrollo sostenible.

Comentarios A.57. Las actividades A.21 y A.33, entre otras, nos han permitido ya romper con lecturas reduccionistas del problema de la energía y mostrar su vinculación con cuestiones como, entre otras:

- la explosión demográfica, que ha multiplicado por cuatro, en menos de un siglo, la población que ha de ser alimentada (Folch, 1998);
- el hiperconsumo de una quinta parte de la humanidad, que ha utilizado en

pocas décadas más recursos (y ha generado más residuos) que el resto de la humanidad viva y *que todas las generaciones que nos han precedido* (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988);

- los enormes desequilibrios existentes, con una quinta parte de la humanidad que apenas dispone del equivalente a un dólar diario y se ve obligada a una explotación insostenible del medio para simplemente sobrevivir (Mayor Zaragoza, 2000);
- los conflictos y carreras armamentistas que dichos desequilibrios potencian y que se traducen en una absurda destrucción de recursos (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988);

Todos estos problemas están vinculados entre sí y dibujan una situación de emergencia planetaria (Bybee, 1991) que es preciso contemplar globalmente (Vilches y Gil-Pérez, 2003). En el capítulo 15 abordamos más detenidamente esta situación de emergencia planetaria, atendiendo al llamamiento de Naciones Unidas (1992) para que todos los educadores contribuyamos a formar ciudadanos y ciudadanas con una adecuada percepción de dicha problemática y comportamientos responsables frente a la misma.

NOTA:

Este capítulo ha sido preparado a partir de los siguientes trabajos:

GIL-PÉREZ, D., FURIÓ, C. y CARRASCOSA, J. (1996). *Curso de formación para profesores de ciencias. Unidad I.1. La energía: la invención de un concepto fructífero*. Madrid: MEC.

VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Referencias bibliográficas en este capítulo

BYBEE, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.

CALVO ROY, A. y FERNÁNDEZ BAYO, 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.

DURNING, A. T. (1994). *Cuánto es bastante: la sociedad de consumo y el futuro de la Tierra*. Barcelona: Apóstrofe.

FERNÁNDEZ BAYO, I. y CALVO ROY, A. (2001). *¡Enchúfate a la energía!* Madrid: Ediciones SM.

FOLCH, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética. Actitudes ante la cultura de la sostenibilidad*. Barcelona: Ariel.

GIL-PÉREZ, D., FURIÓ, C. y CARRASCOSA, J. (1996). *Curso de formación para profesores de ciencias. Unidad I.1. La energía: la invención de un concepto fructífero*. Madrid: MEC.

GIRARDET, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia: Tilde.

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.

MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO. Círculo de Lectores.

NACIONES UNIDAS (1992). *UN Conference on Environmental and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. París: UNESCO.

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.

SEOÁNEZ CALVO, 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*. Madrid: Lóguéz Ed.

THE EARTH. WORKS GROUP (2000). *Manual práctico de reciclaje*. Barcelona: Blume.

VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.