

Energía sostenible para el hombre

Las amenazas de la inevitable carencia de la energía imprescindible en un futuro impreciso se han conjurado durante mucho tiempo con la confianza en que el desarrollo de nuevas tecnologías, tales como la fusión nuclear, podría constituir una alternativa viable ante la escasez de los combustibles fósiles. Si bien es cierto que el descubrimiento de nuevos yacimientos ha retrasado las peores perspectivas de crisis energética, también lo es que la multiplicación de la demanda agudiza sus perspectivas.

La búsqueda de soluciones ha de empezar por el análisis de los esquemas básicos de generación, transformación, distribución y uso de la energía. La escasa eficiencia global de los mecanismos y redes existentes en la actualidad ofrecen el ahorro de energía como vía primera e indispensable. Por otro lado, es preciso considerar el balance neto de energía en el planeta para determinar las fuentes disponibles a largo plazo y la cantidad accesible en cada una de ellas, tomando como referencia las necesidades de la población y la tecnología existente.

Así mismo, los patrones de calidad de cada tipo de energía han de condicionar en el futuro mucho más su uso y su precio que en la actualidad. Los procesos de concentración y transporte son usualmente costosos y poco eficientes; mientras que se desperdician reservas preciosas por su densidad o versatilidad, como la electricidad o los propios combustibles fósiles, para variar levemente la temperatura de un local, objetivo este accesible de forma mucho más eficiente por otros medios.

La sociedad actual se fundamenta en unos recursos que proporcionan energía abundante y barata. La multiplicación de la demanda y la inevitable caducidad de los combustibles fósiles o nucleares exigen con urgencia alternativas a los esquemas de consumo actuales. En primer lugar se considera la eficiencia de los esquemas energéticos vigentes, planteando el ahorro obtenido como inmediata fuente de energía. El análisis de la energía disponible para el hombre con la tecnología a nuestro alcance permite valorar su cantidad, calidad y duración para realizar una previsión global de las posibilidades reales dentro de un sistema cuyos intercambios de energía con el exterior son conocidos, como es nuestro planeta. Por

último se considera la degradación natural de la energía y su relación con la eficiencia en su aprovechamiento por el ser humano.

Se hace imprescindible la racionalización global del flujo de la energía necesaria para mantener la calidad de vida de los países desarrollados y mejorar notablemente la de aquellos aún en desarrollo. Muchos autores y organizaciones ofrecen datos sobre la relación entre recursos consumidos y energía que alcanza la aplicación de los consumidores. Miller cifra para los países occidentales de mayor consumo, encabezados por Estados Unidos un rendimiento global del sistema energético entorno al 16%. La procedencia de esta energía es mayoritariamente, entorno al 84%, de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural) que aportan CO₂ a la atmósfera y un 7% de combustible nuclear, así mismo no renovable. El 9% restante se divide en partes casi iguales entre fuentes hidráulicas, eólicas, geotérmica, solar y la biomasa en forma directa de leña o elaborada como biocombustibles.

Según las estimaciones, los recursos de las reservas fósiles, petróleo, carbón, gas natural, son finitos en un plazo corto, solo unas cuantas generaciones, aunque resalta la enorme cantidad de energía desperdiciada en el conjunto del proceso que conduce a su utilización. Hasta el 84% de despilfarro en el sistema básico de transformación y transporte, sin tener en cuenta la ineficiencia o mal uso que de la energía inherente al usuario o la aplicación concreta. Es cierto que muchos procesos, tanto naturales como artificiales, operan con eficiencia iguales o menor; a pesar de la existencia de tecnología capaz de recuperar al menos la mitad de la energía desperdiciada.

En este contexto, es preciso considerar que la aportación de seis unidades de combustible al sistema cuesta y contamina en su totalidad pero solo una de las seis alcanza al usuario. El mismo resultado se obtendría con el incremento de la eficiencia del sistema con ahorro de una unidad que evitaría el consumo y la contaminación correspondiente a seis. El esfuerzo en mejorar la tecnología energética es, por tanto, mucho más eficaz que la búsqueda de nuevas fuentes y existe un amplio margen con una buena base de conocimientos adquiridos para ello.

En segundo lugar es preciso considerar el autentico origen de la energía disponible para el hombre procedente de:

1. La propia formación del planeta, como los minerales que proporcionan el combustible nuclear o el calor aún latente bajo la corteza terrestre, accesible directamente en las zonas volcánicas.
2. La energía procedente de otros cuerpos celestes, radiación solar incidente en la superficie del planeta y la gravitatoria por la interacción con la luna y el sol que causa las mareas.
3. La captura de energía solar por los seres vivos a lo largo de miles de millones de años que ha acumulado energía química como biomasa (alimento, leña, etc.) en una primera fase y combustibles fósiles después.

La vida en general y la especie humana en particular se han desarrollado alimentadas por la radiación solar cuyas variaciones diarias, estacionales y plurianuales son causa de la dinámica en la química del agua, el aire y el carbono sobre la Tierra, haciendo realidad en la Ciencia actual el antiguo mito de los Cuatro Elementos. La función clorofílica, base de este proceso de síntesis solar de materia orgánica es un proceso complejo con un rendimiento energético muy bajo (menos del 0,1%) comparado incluso con la poco eficiente red energética actual.

Esta energía capturada por las plantas verdes pasa a los herbívoros y de esta a los carnívoros de primero y segundo nivel, luego a los carroñeros y descomponedores hasta cerrar el ciclo devolviendo a la tierra el agua y compuestos básicos, dejando quizá una ínfima parte de su energía como materia orgánica residual que el tiempo convertirá en combustible fósil de carácter carbonoso. Pero en cada escalón se pierde más del 90% de la energía, de forma que cada kilogramo de carnívoro o carroñero necesita una enorme cantidad de masa vegetal, lo que supone la captura de un ingente flujo de energía solar y de toneladas de agua en su crecimiento.

Los residuos orgánicos acumulados como yacimientos de combustibles fósiles son así el fundamento de la revolución industrial, con sus espectaculares logros en el desarrollo humano y su enorme impacto en el ecosistema global. Por otro lado el uso masivo e indiscriminado de estos combustibles implica el despilfarro en pocas generaciones

humanas, un instante en tiempos geológicos, de la energía acumulada por los seres vivos a lo largo de miles de millones de años.

Es indudable que los residuos orgánicos poseen un contenido energético (el metano generado en el proceso de descomposición, el hidrógeno en la electrólisis asistida, etc.) complementario de su uso secular como abono agrícola. Ahora bien, la utilización directa de productos básicos para la alimentación humana o animal (cereales, maíz, soja, etc.) para la elaboración de combustibles de base orgánica trasciende el posible beneficio económico de los agentes involucrados en el proceso.

A la exigencia de recursos para su cultivo o el incremento de los precios de los alimentos básicos, el balance energético conseguido desde la fuente solar primaria sobre la planta verde al biocombustible es ínfimo, pues a las pérdidas inherentes a la fotosíntesis es preciso añadir el consumo del proceso de transformación industrial. Este rendimiento, que puede llegar a exigir más energía de la que ofrece, contrasta con la captura directa de la energía solar que en el caso térmico supera, tanto en la naturaleza como por la tecnología, fácilmente el 50%, hasta llegar al 90% de absorción de la energía incidente en agua profunda, e incluso la conversión directa fotovoltaica entorno al 16% para el silicio monocristalino.

Si el sol es la fuente principal, casi única, de energía renovable es preciso considerar que aproximadamente la mitad es retenida en la superficie terrestre, una buena parte de ella interviene en el ciclo del agua, una fracción mucho más pequeña afecta el movimiento del aire, y solo una fracción mínima se involucra en los procesos de fotosíntesis.

- La radiación incidente sobre la superficie terrestre es en promedio de 1370 W/m²
- El 47% se retiene calentando el aire, el suelo, el agua
- El 23% se usa en el ciclo del agua. (parte del clima)
- El 0,21% va al viento, olas, convección y corrientes
 - 100 veces menor que la energía usada en el ciclo del agua
 - Aunque es un aspecto del clima y de las energías renovables igualmente significativo

- Solo el 0,023% se almacena como energía química por las plantas verdes en el proceso de fotosíntesis
 - el total capturado es $40 \cdot 10^{12}$ W lo que supone 10^{21} julios por año, esto es 2,5 veces el consumo industrial en la actualidad
 - la energía consumida por la humanidad en su función fisiológica sería aprox.

$$100\text{W} \cdot 6 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot 10^{12} \text{W}$$
 - Mientras que la generación industrial puede estimarse en $13 \cdot 10^6$ W, unas 20 veces superior
 - Esto es el 1,5% de la energía biológica o el 0,00034% de la potencia solar incidente en nuestro planeta
- Todo este flujo de energía (actividad biológica, viento, evaporación, olas, etc.) acaba por degradarse a calor y radiarse de nuevo hacia el espacio
 - Excepto una pequeña cantidad que se retiene como combustibles fósiles.

Durante muchos miles de años, la leña como forma tradicional de la biomasa, ha sido fuente única y suficiente de energía para nuestra especie. Las exigencias actuales requieren mejores fuentes, accediendo a otras formas de energía capaces de aportar caudales energéticos mucho más importantes. La expansión de la generación eólica en algunos países (Dinamarca, España, Alemania) durante los últimos años confirma esta orientación limitada por la ubicación de los aerogeneradores, la imprevisibilidad de los vientos y la dificultad técnica de almacenar la energía generada. La captura de energía procedente del ciclo del agua está muy extendida en el tradicional salto gravitacional de las corrientes de agua, con una tecnología iniciada hace siglos que se halla muy desarrollada en la actualidad aunque limitada a una pequeña porción de la energía global involucrada.

La gran fuente de energía renovable más segura y abundante es, sin lugar a duda, la radiación solar directa, no solo por su cantidad al ser origen de todas las demás, sino también por su distribución que alcanza toda la superficie del planeta. Los datos de consumo de nuestra sociedad (transporte, residencial, industrial) nos dicen que quedarían satisfechos con una fracción de la radiación disponible haciendo uso de tecnologías al alcance de la mano.

Por ello, es preciso considerar que lo largo de muchos cientos de millones de años la vida ha evolucionado alimentándose del sol en forma prácticamente exclusiva. Es quizá momento para que la humanidad vuelva sus ojos al cielo en busca de la energía que ha alimentado sus raíces desde el comienzo de los tiempos.

Referencias

Delibes,M. “La Tierra herida” Ediciones Destino Barcelona 2007

Energy and the Environment, by Ristinen and Kraushaar

Energy: A Guidebook, by Janet Ramage

Out of Gas: The End of the Age of Oil, by David Goodstein

IPCC website for projections and science on global climate change

*Domingo Guinea
Instituto de Automática Industrial (IAI), CSIC.
Director Científico de la Exposición Oikos
Expo Zaragoza 2008, ISBN: 84-95490-88-9.*