

“ENERGÍAS RENOVABLES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS”

Valeriano Ruiz Hernández
*Catedrático de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos
Universidad de Sevilla
Instituto Andaluz de Energías Renovables*

1. INTRODUCCIÓN

El tema que nos ocupa empieza a ser de vital importancia para la especie humana, incluso para todos los seres vivos. La solución al problema global al que estamos enfrentados está, en una parte muy significativa, en la modificación del sistema energético. En este trabajo vamos a tratar, con la brevedad propia de una intervención de este tipo, a establecer las condiciones de contorno del asunto y a explicitar las posibilidades de las energías renovables como nuevas tecnologías energéticas.

Empezaremos por una toma de conciencia del sistema energético actual.

2. EL SISTEMA ENERGÉTICO ACTUAL

El principal problema que tiene la Humanidad, en el futuro inmediato, es su propia supervivencia, condicionada por las modificaciones físicas, químicas y biológicas que el propio ser humano origina en su entorno natural.

Ya somos 6000 millones de mujeres y hombres sobre el planeta Tierra que, con una actividad económica acelerada, producen interacciones con el medio ambiente que no son despreciables frente al tamaño del planeta, representado por su superficie de suelo de 510 millones de km². En estas condiciones, vivimos 11,7 seres humanos por cada km² de superficie terrestre. Si a ese dato unimos la capacidad de intervención de los seres humanos actuales, se comprende fácilmente que el planeta Tierra está seriamente amenazado.

En todas las actividades de los seres vivos sobre el planeta, incluidas las de los seres humanos, interviene la energía, en sus diferentes formas. De hecho, es el motor inevitable de esas actividades. En el momento actual (principios de

siglo y de milenio) esta actividad, en lo que a energía se refiere, supone el consumo de más de 9 Gtep/año de energía primaria. Esta cantidad total, a efectos de comparación, supone 1,5 tep por habitante y año. Si los seres humanos tuviéramos todas las mismas posibilidades y estuviéramos repartidos uniformemente por la superficie sólida del planeta, esto supondría un consumo de 17,6 tep/año por cada km² de superficie terrestre.

El "camino" de la energía empieza en la Naturaleza, en la Tierra, en el Sol y en la interacción entre ellos, donde se encuentran las fuentes primarias de energía, tanto las agotables como las renovables.

Las **fuentes energéticas primarias** agotables son aquellas de las cuales hay una cantidad limitada, se conozca o no esa cantidad. y las renovables son las que se nos presentan a nuestra disposición en periodos de tiempo fijos o variables.

Las fuentes primarias agotables almacenadas en la Tierra son muy difícilmente evaluables y, por ello, hay una gran disparidad en las cifras de reservas que se dan, sobre todo cuando, en la evaluación, se tienen en cuenta criterios económicos.

La distribución por países de la utilización de las fuentes primarias de energía que abastecen al sistema energético actual no se corresponde con la de las reservas. Depende de la comodidad de uso y, a su vez, de las tecnologías y, sobre todo, de las leyes económicas del mercado. Y todo ello condiciona fuertemente las relaciones políticas internacionales y es el origen de muchas de las guerras pasadas, actuales y, seguramente, futuras.

El sistema energético implica la transformación de estas fuentes primarias en otras que podríamos llamar **fuentes intermedias de energía** que los especialistas del sector llaman **energía final**. En realidad se trata de los productos intermedios del sistema, combustibles y electricidad principalmente (oferta del sistema), que se emplean para conseguir los efectos que necesitamos y que podemos llamar **consumo final**:

- Movimiento de vehículos automóviles y maquinaria en general.
- Agua caliente.
- Calefacción y aire acondicionado.
- Calor para cocinar.
- Frio para conservar alimentos.
- Luz artificial.
- Sonido.
- Etc. etc.

No es bueno olvidar las características más importantes de los dos productos intermedios del sistema energético:

- Los combustibles se presentan almacenados y son almacenables.
- La electricidad no es almacenable. Se produce, se transporta y se consume a la velocidad de la luz, 300.000 km/s

También me parece necesario que se sepa que el rendimiento final del sistema actual (energía consumida final dividido por la energía primaria empleada) es solo del orden del 2,5 %, según la información aportada por Ayres (Congreso Mundial de la Energía).

En otro orden de cosas y en una aproximación inicial, uno de los resultados del sistema energético mundial es la producción de gases en las combustiones de sustancias químicas (carbón, petróleo, gas natural) que son las materias primas de entrada más significativas del sistema. Estos combustibles fósiles, producidos por seres vivos durante cientos de millones de años, están siendo consumidos en un intervalo de tiempo muy pequeño (unos pocos cientos de años) introduciendo en la atmósfera grandes cantidades de gases. Para representar estas cantidades, diremos que el CO₂ producido por los seres humanos en el año 1998 fue de 27,5 Gt/año, de los que el sistema energético aportó 22,44 Gt/año, es decir, 3,74 toneladas por habitante y año. Si tenemos en cuenta que la atmósfera terrestre tiene un espesor de solo 100 km, se comprende fácilmente que esta enorme cantidad de CO₂ producida artificialmente por los seres humanos, supone una modificación sustancial de la composición de la atmósfera.

La interacción del sistema energético con el entorno terrestre no termina en los gases. El trasiego de materias primas y de productos como consecuencia de que las fuentes energéticas del sistema convencional no se encuentran en el mismo lugar en el que se consumen los productos finales, da lugar a fuertes interacciones muy variadas: extracción de carbón y petróleo con los vertidos correspondientes, transporte por barco o por oleoductos y gasoductos con accidentes ya bien conocidos por todos, refinerías y centrales térmicas y nucleares, transportes de los productos intermedios (gasolina, gasóleo, butano, electricidad) y un largo etc.

El efecto más preocupante, a nivel global, es el calentamiento progresivo del planeta consecuencia, por una parte, de la modificación del efecto invernadero que la atmósfera produce, y, por otra, el aumento de temperatura que la conversión sistemática de energía química de los combustibles fósiles y de los combustibles nucleares en energía interna ocasiona. Este efecto que podríamos llamar efecto térmico, puede dar lugar a desequilibrios graves e irreversibles del

planeta, desde subidas del nivel de las aguas, consecuencia de la fusión de grandes masas de hielos polares, hasta aumentos de gasificaciones “naturales”, con el consiguiente cambio en la composición de la atmósfera y, por tanto, realimentación del citado efecto invernadero, etc.

Para finalizar esta introducción conviene saber que la distribución espacial de los recursos y de los medios de transformación del sistema energético actual da lugar a una tremenda desigualdad en la disponibilidad y utilización de la energía. Solo a título orientativo señalar que más de 2000 millones de seres humanos (de los 6000 actuales) no tienen acceso a la electricidad (como representación de la forma energética más representativa del bienestar social) y que el 5 % de los habitantes del planeta (estadounidenses y canadienses) consumen el 25 % de la energía primaria mundial.

3. EL SISTEMA ENERGÉTICO DEL FUTURO

Una vez que se ha dejado clara la necesidad de cambiar el sistema energético, parece lógico hacer una previsión de hacia donde se debe encaminar en el futuro, tanto lejano como más próximo.

Curiosamente, en el pasado el sistema energético funcionaba de forma parecida a como tendrá que hacerlo en el futuro. No es la ocasión de extenderse en este aspecto de la cuestión pero debe servir como declaración de principios y como pauta para lo que sigue.

Desde luego soy consciente de que las necesidades de energía para satisfacer la demanda de los seres humanos no van a disminuir. En todo caso, van a aumentar. Por dos razones fundamentales:

- Los seres humanos que hoy no llegan a los mínimos razonables de consumo tienen la lógica aspiración de conseguir los mismos niveles de calidad de vida que los más privilegiados. Sobre todo porque el desarrollo de las comunicaciones les presenta un “mundo feliz” basado en el consumo a ultranza, incluida la energía.
- Los privilegiados del llamado “primer mundo” van a seguir creándose nuevas “necesidades” energéticas.

Creo necesario aclarar que cuando me refiero a necesidades de energía estoy hablando de formas de energía que hemos llamado con anterioridad *energías de consumo*, es decir luz artificial, movimiento, sonido, comunicaciones, calor, frío, etc.

Por eso, desde ese punto de vista, lo que se plantea en primer lugar es una **racionalización del consumo** es decir aproximar el consumo real a la demanda teóricamente optimizada, es decir, la mínima imprescindible para satisfacer las necesidades a que me he referido antes. Es obvio que este objetivo solo se puede conseguir a través de una profunda **concienciación** de la cuestión energética de los habitantes del planeta. Está claro que eso incluye muchos aspectos sociales (educación, información, etc.) No es aceptable que se traten tanto los temas medioambientales, en todos los niveles educativos y de información pública y no se toquen apenas los temas energéticos que suelen ser el origen de la mayor parte de los problemas medioambientales. Piénsese solo en el accidente del Prestige. ¿Dónde se ha hecho referencia a que el solo hecho de que ese barco se encontrara transitando por esas aguas tiene mucho que ver con el actual sistema energético, con más de un 80 % de dependencia de los combustibles fósiles que hay que transportar de un sitio a otro). Yo no lo he visto en ningún medio de comunicación.

El segundo aspecto a considerar se refiere a los recursos primarios que, necesariamente, se encuentran al principio (o al final, según se mire) del sistema energético. Simplemente se trata de que hay que sustituir los actualmente mayoritarios en nuestro sistema energético actual, agotables y fuertemente contaminantes por fuentes energéticas inagotables (**renovables**) y mucho menos contaminantes. Con este cambio podríamos aproximarnos al tan manoseado concepto de desarrollo sostenible.

Ya tenemos dos componentes importantes del cambio de sistema energético que se propone:

- Consumo optimizado y racional.
- Sustitución de las fuentes primarias.

A estas dos medidas, absolutamente fundamentales, hay que añadirle otra, aun más difícil de conseguir:

- Cambio de la estructura del sistema. El objetivo es acercar la producción de energía intermedia al consumo de energía final. Para conseguirlo es necesario pasar del actual sistema altamente centralizado a otro, mucho más descentralizado.

Esta medida lleva aparejada muchas otras consecuencias que no conviene olvidar:

- El usuario gana en autonomía y seguridad del suministro ya que, en muchos casos el servicio depende de sí mismo y no de una empresa cuyo objetivo más importante suele ser el beneficio propio.

- El tamaño de las instalaciones de producción suele ser menor con lo que el número de ellas será mayor. Esto implica que la industria y los profesionales propios (del país de que se trate. En este caso España) tienen más fácil acceso a este sustancioso mercado y no tienen que depender de terceros países tecnológicamente más avanzados y con mayores cuotas de mercado.
- El montaje de esas instalaciones más pequeñas y más distribuidas son accesibles a mayor número de empresas más pequeñas y, por tanto, locales.

Estos tres grupos de cambios tienen repercusiones tremendamente significativas:

- *En el medio ambiente.* Conviene hacer una distinción fundamental en lo que se refiere a la interacción con el entorno, en relación con las energías renovables y las convencionales, sobre todo combustibles fósiles. Se trata de distinguir entre contaminación e impacto. En un caso –contaminación- consecuencia habitual de combustiones, la interacción es un cambio de naturaleza química y es, fundamentalmente irreversible. En el otro –impacto- es consecuencia de una interacción de tipo físico (modificación del paisaje o similar) que es claramente reversible.
- *En el empleo.* Como se ha indicado más arriba, un sistema energético más descentralizado y basado en energías renovables proporciona mayor número de puestos de trabajo y además, locales en un alto porcentaje.
- *En la distribución del poder.* Es obvio que un sistema centralizado permite el control igualmente centralizado del mismo mientras que en uno descentralizado el control lo tiene el usuario. Las consecuencias de estas consideraciones son evidentes.

Veamos ahora, ya desde el punto de vista tecnológico, cómo puede ocurrir este cambio que se propone. Para intentar una primera aproximación, haremos una brevísima descripción por sectores de consumo que nos darán una idea de que no se trata de una utopía. En realidad, estamos bastante próximos. Solo es necesario tener la voluntad colectiva imprescindible para conseguirlo.

Sector doméstico

Siguiendo, para la descripción, el esquema indicado con anterioridad, el primer paso es el consumo “responsable”, es decir, consumir lo estrictamente necesario, de manera eficiente.

Para ello, un aspecto fundamental es tener una vivienda optimizada desde el punto de vista energético. Esto se consigue con un diseño arquitectónico que tenga en cuenta las cuestiones energéticas. Hay quien a ese aspecto de la Arquitectura le llama Arquitectura Bioclimática o nombres similares.

Lo siguiente es disponer de dispositivos de consumo altamente eficientes. Es decir, frigoríficos de alta eficiencia, lámparas de alta eficiencia, todos los dispositivos con ahorro energético que ya existen en el mercado y las administraciones están proponiendo medidas de fomento de este tipo de comportamientos. Y desde luego, hábitos coherentes con este planteamiento general.

Obviamente, el aspecto fundamental de este planteamiento es la producción de la energía necesaria para satisfacer este consumo con dispositivos lo más próximos al usuario que sea posible. Ejemplos clarísimos son sistemas solares (calentamiento de agua y producción de electricidad), de aprovechamiento de la biomasa, eólicos, microhidráulicos y desde luego cogeneración doméstica, almacenamiento en forma de hidrógeno, pilas de combustible, pilas Peltier, etc.

Todo esto que se indica se puede realizar ya, aunque alguna de estas tecnología energética todavía están en un estado incipiente. Otra cuestión es su coste y, sobre todo, su competitividad con un sistema convencional que ha estado, está y seguirá estando fuertemente subsidiado por los Estados.

Para que un sistema energético sea eficiente no se puede olvidar la acumulación y el control del sistema. Es bien claro que, en general, el consumo no se produce al mismo tiempo que la producción de la energía que lo abastece. También es claro que hay formas energéticas que no son almacenables como, por ejemplo, la electricidad. Por todo ello, es imprescindible tener en cuenta un cierto nivel de acumulación de energía (sin olvidarse de las pérdidas que eso conlleva) y un buen sistema de control que permita ajustar en el tiempo la oferta y la demanda de energía.

Sector industrial

Se puede pensar que para consumos superiores en cantidad a los del sector doméstico, por ejemplo en el sector industrial, las cosas no serán igual de “fáciles”. Pienso que aun más. De hecho, el sector industrial es el que tiene mejores pautas de consumo energético.

En efecto, se deben emplear los mismos principios y las mismas tecnologías aunque sea a un tamaño diferente. De hecho, se viene haciendo así

con algunas de las fuentes renovables a las que nos venimos refiriendo, en el pasado y en el presente. Pensemos, por ejemplo, que el desarrollo de nivel industrial de la electricidad se inició en las fábricas de harina, cuyo origen tecnológico está en los antiguos molinos hidráulicos. Desde siempre se han utilizado subproductos agroindustriales (en Andalucía, orujillo, por ejemplo) para alimentar calderas de ciertas industrias.

Lo mismo que en el sector doméstico se puede emplear la arquitectura bioclimática y, desde luego, dispositivos energéticamente eficientes, la cogeneración y la bomba de calor reversible así como la producción de calor, frío y electricidad a partir de energía solar, eólica, hidráulica y biomasa. Y todo ello teniendo muy en cuenta también la acumulación y el control.

Sector transporte

Este sector es bastante diferente de los anteriores aunque los principios básicos a emplear son muy similares.

Tenemos que ir pensando en conceptos de transporte diferentes, empezando por racionalizar la forma de vida de los seres humanos con una mayor influencia de las telecomunicaciones (de hecho tenemos ya un atisbo de esa nueva situación) que limitarán las comunicaciones por medio de vehículos¹. Ya se puede intuir con cierta facilidad un nuevo modelo de sociedad y transporte. En lo concreto, los carburantes no tienen porqué ser de origen fósil y los motores tampoco tienen que ser como los actuales. Desde luego serán mucho más eficientes y menos contaminantes. El planteamiento de ahorro y eficiencia se acentuará.

La pila de combustible, el hidrógeno y los motores eléctricos serán una realidad. Se lleva ya un tiempo trabajando en esta posibilidad tecnológica y las grandes empresas del sector del automóvil tienen sus propios programas de desarrollo en este campo. Iniciativas como las carreras de coches solares y competiciones de vehículos que economizan combustible van en la dirección que aquí estamos propugnando.

Se puede pensar, sin grandes alardes de imaginación en estaciones de servicio eléctricas y “solares”, Eólicas, y, desde luego, de combustibles de origen vegetal. De hecho ya empiezan a participar en los combustibles actuales.

También en este sector la acumulación y el control son fundamentales.

¹ Es evidente que costará trabajo entender esto sobre todo a las empresas de fabricación de automóviles

Periodo de transición

Esto que planteamos puede parecerle utópico a muchos cuando en realidad muchas de las tecnologías referidas están ya en el mercado y empiezan a aplicarse por los ciudadanos más progresistas. En otros casos, ciertas situaciones están contribuyendo involuntariamente a la necesaria transformación del sistema energético.

Lo que es obvio es que este cambio imprescindible no se va a producir “por arte de magia” ni “de la noche a la mañana”. Se producirá mediante una transición, más o menos prolongada en el tiempo y que ya ha empezado aunque tímidamente. Es un proceso (el de cambio) imparabile e irreversible.

Conclusiones

- El sistema energético actual es incompatible con la vida en el planeta Tierra por lo que es necesario cambiarlo en profundidad.
- Ya existen tecnologías energéticas, muy parecidas a las del pasado, que terminarán imponiéndose.



Parque Eólico de Tarifa (Cádiz)



*Electrolizador donde se produce hidrógeno
a partir de energía solar fotovoltaica*



*Mina de carbón a cielo abierto en Colombia.
Energía primaria de origen fósil más abundante*



Contaminación producida por el sistema energético



Vista general de la Plataforma Solar de Almería



Motor Diesel de gas natural como máquina de cogeneración



Pila de combustible



Instalación Fotovoltaica en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas