

SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA Y TRANSICIÓN JUSTA. UN ESQUEMA DE PARTIDA

Emilio Menéndez Pérez

Emilio Menéndez Pérez: Doctor Ingeniero de Minas. Ha trabajado en ingeniería de 1970 a 1985 en proyectos de industria básica: minería, siderurgia, metalurgia, cemento y energía. De 1985 a 2001 ha desempeñado tareas profesionales en Endesa como Subdirector de Investigación y desarrollo: Tecnologías de uso limpio de carbón, energías renovables. Es profesor honorario en la Universidad Politécnica y Autónoma de Madrid. En la actualidad trabaja en temas de medioambiente.

PLANTEAMIENTO

El mundo se ha convertido, por el desarrollo de nuestras capacidades de transporte y comunicaciones, en un entorno único; esto entre otras cuestiones plantea la necesidad de conseguir un cierto grado de equilibrio para todos los habitantes del planeta, lo cual nos lleva a mirar los problemas de una forma global, la demanda y el abastecimiento de energía es uno de ellos. En la actualidad consumimos energía de diferentes fuentes, que si las medimos como petróleo equivalente suponen 10.000 millones de tep, magnitud que es una cifra significativa en el cuadro de los parámetros que definen la Tierra.



D. Emilio Menéndez Pérez

Esa energía que consumimos es uno de los soportes básicos de la evolución de la Humanidad, pero en torno a ella nos aparecen dos cuestiones básicas que afectan a la sostenibilidad de los habitantes de nuestro planeta.

- Disponibilidad de energía para todos. En la actualidad eso no es así, recordemos que de los 6.000 millones de habitantes de la Tierra, 2.000 millones no tienen luz eléctrica. Pero además son previsibles limitaciones significativas en la oferta de hidrocarburos a partir del segundo tercio de este siglo XXI.
- Controlar y reducir los impactos ambientales globales, en gran medida debidos al excesivo consumo energético. El cambio climático es ya una realidad que está afectando a varios países pero, además sus efectos negativos futuros pueden ser dramáticos en amplias zonas de la Tierra.

Caminamos hacia un mundo con “idea única”, hacia formas culturales y de consumo homogéneas en sus objetivos, aunque desiguales en el grado de cumplimiento. Hemos entronizado un sistema económico que se basa en: *El crecimiento económico continuado, buscando en él la posibilidad de que haya bienestar para todos, cosa que no se consigue; pero que lleva a un incremento desmesurado del consumo de bienes y servicios.*

Las políticas redistributivas de la riqueza, que debieran llevar a una mayor igualdad, y a una satisfacción generalizada, moderando el crecimiento económico-global con un criterio de cubrir necesidades más que este otro de fomentar consumo, están fuera de los actuales planteamientos sociales.

La cultura que hoy impone el primer mundo al resto de países se basa en el libre mercado y en la competitividad. Se busca que haya trabajo para todos, no distribuyendo el existente, si no ofreciendo cada vez mas bienes y servicios de consumo; lo que inevitablemente lleva consigo un crecimiento del consumo de energía y los problemas derivados de esto.

En esta sesión de debate vamos a reflexionar sobre esta situación y llegaremos quizás a la conclusión de que el modelo necesita cambios, más o menos profundos según la óptica de cada uno, para conseguir un desarrollo sostenible de la Humanidad.

MODELO ECONÓMICO Y SOCIAL

Las personas tenemos una clara tendencia a participar en nuestro entorno social y a emular a aquellos individuos que destacan. En la actualidad el entorno se ha ampliado grandemente, los medios de información y la movilidad hacen que miremos cada vez hacia espacios más amplios, geográficos y sociales.

En cualquier sociedad ha habido personas con situación privilegiada que han provocado la envidia o el deseo de imitación de los demás. Ahora vamos a centrarnos en las de los países desarrollados; hoy los medios de comunicación nos muestran de forma continuada a esas personas: deportistas, artistas, ejecutivos, y algunos conductores de esos medios de comunicación, cuyos ingresos económicos se sitúan en 1 millón de euros anuales ó más. Por el contrario la situación económica de la masa social se aleja cada vez más de esos privilegiados.

La posibilidad de acceso a esos niveles de privilegio no está negada, en teoría, a un amplio sector de la sociedad; por ello se produce en las personas, en especial las jóvenes, una tendencia a la acción individual para escalar posiciones o resolver el problema personal, con más o menos ambición; o por el contrario aparece una desconexión, “pasotismo”, del modelo y los objetivos formales de nuestra sociedad en amplios grupos de personas.

Paralelamente se están rompiendo los espacios y las organizaciones clásicas de participación social a nivel local, vida de barrio por ejemplo, o bien están quedando sólo para ocasiones especiales. Estos cauces de participación en muchos casos dan un buen nivel de satisfacción personal con demandas económicas moderadas y consumos energéticos en general bajos.

Por el contrario la apertura a entornos muy amplios demanda unas capacidades económicas elevadas, y la satisfacción de las acciones de participación supone muchas veces un alto consumo de energía, en movilidad y otros usos, más aun en la medida que se trate de imitar a esos privilegiados.

Otro aspecto que aparece en nuestro modelo económico es el de la inmediatez, el beneficio económico ha de ser rápido y elevado. Las empresas consideran que su primer objetivo es “crear valor para el accionista” al precio que sea; por ello gastan dinero en imagen, sea esta o no un reflejo de su realidad, y además disponen de unos ejecutivos “fieles”, los cuales evidentemente perciben unos beneficios económicos totalmente distintos de los de los trabajadores y personas comunes.

Además la rápida evolución del mercado y de ciertas tecnologías hace obsoletos con rapidez a determinados productos o servicios. Hay que cambiar continuamente las propuestas de mercado, bien de productos, bien de servicios. Estamos instaurando una sociedad de usar y tirar. Hay productos que nacen ya para un solo uso y otros que pasan de moda rápidamente.

Todo ello está incrementando nuestro consumo energético de forma desaforada, a la vez que los residuos nos sobrepasan, en espacio y en agresión ambiental. Pero no nos quedamos aquí, extendemos el modelo hacia todos los países, pensando que nuestros capitalismo y libre mercado son la nueva religión, única y verdadera.

EL MUNDO ES ANCHO Y AJENO

Pero si salimos de nuestro jardín de primer mundo, y viajamos mirando, pero sobre todo escuchando, entenderemos que la Humanidad tiene huecos muy significativos, que están fuera del sistema:

- 2.000 millones de personas sin luz eléctrica. Un tercio de la población mundial.
- 1.200 millones de personas sin disponibilidad de agua potable.
- 800 millones de personas sin acceso a la educación.

Pero además en muchos de esos países la estructura social y política es muy deficiente, sin capacidad de diálogo firme con los grandes agentes económicos: empresas multinacionales y bancos de acción internacional. No les es fácil defender su visión de adaptación al modelo económico imperante, y mucho menos opciones alternativas.

Mientras tanto, una gran masa de personas, hoy unos cuatro mil millones, busca vías para conseguir una situación social que les dé un cierto grado de seguridad, para ellos y sus hijos, en ese mundo ancho y ajeno, que entre otros nos cuenta Ciro Alegría. Esas personas miran también hacia el modelo del primer mundo para hacer una mala copia, o a veces ilusionándose en exceso con él decidiendo emigrar para salir de su miseria u ocasionalmente encontrar un nuevo “El Dorado”.

El concepto de “países en vías de desarrollo” es muy amplio, en él hay sociedades que se acercan al primer mundo y que tienen posibilidades de integrarse en él, aunque sea de forma periférica. Pero otros países tienen muy pocas expectativas de participar en el mundo de una forma equilibrada; es el caso de muchos estados de África Subsahariana, así como algunos países de Asia y de América Latina.

Las alternativas de evolución global que se proponen son de dos tipos, aunque la primera de ellas sea la más asumida hoy en día:

- Extensión del modelo económico de los países desarrollados hacia el resto del mundo sobre la base de la liberalización del mercado global. Se supone que la evolución económica

positiva de los países en vías de desarrollo dará oportunidades y satisfacción a sus ciudadanos, aunque ello llevará a una intensa explotación de los recursos mundiales.

- Cambio de la mirada hacia políticas redistributivas, ahora de Norte a Sur más que internamente en nuestras sociedades desarrolladas, aunque también aquí. Esto supone un cambio cultural muy fuerte que implica modelos de comportamiento social muy distintos a los que tenemos en los países desarrollados.

El primer planteamiento es el de la globalización económica tal cual hoy se nos ofrece, y contra el cual una serie de grupos se manifiestan, quizás a veces con un instinto primario de sentir que algo les aprisiona de forma irreversible. Aquí no vamos a hacer un estudio sociológico y político de esta cuestión, que tiene muchas caras; entre ellas que ese modelo va trasladando el poder desde los gobiernos de los países hacia las cúpulas de grandes empresas, las cuales no han sido elegidas de forma participativa por la sociedad, sino por unos pocos ciudadanos privilegiados.

Si vamos a ir hacia el análisis de los condicionantes energéticos y ambientales de ese camino para ver que nos metemos en un callejón de difícil salida, tanto de disponibilidad de recursos, como de impacto ecológico no sostenible; aunque muchos países asumirán jugar a ella, como si fuera una lotería global.

El mundo camina hacia los 10.000 millones de habitantes a finales del siglo XXI, y la mayoría de esa población se concentrará en los países en vías de desarrollo, más de 8.000 millones de personas ubicadas en áreas con fuertes carencias económicas y sociales.

CONSUMO Y DEMANDA DE ENERGÍA

Utilizamos energía en muchas de nuestras actividades habituales, en los medios de transporte, en la refrigeración o calefacción de edificios, en la fabricación de productos, bien los de tipo estructural y duradero, bien en los de consumo, respecto a estos últimos hemos de señalar que cada vez más vivimos con el modo de “usar y tirar”, en vez de ese otro en el cual las cosas tienen una vida larga ó al menos de varios usos.

Consumimos combustibles de uso directo, los cuales suponen las dos terceras partes de la demanda global de energía, y electricidad que se lleva el otro tercio de la energía primaria. Nuestros consumos de energía se originan en:

- *Automoción y transporte.* Suponen del orden de un 40% de la demanda total de energía, y es el concepto en el cual el consumo crece a mayor ritmo. Somos la sociedad de la movilidad, tanto de personas como de mercancías, pero además tendemos a utilizar los medios de mayor consumo específico de energía: avión y automóvil frente a otros como el ferrocarril que es más eficiente energéticamente; el transporte público pierde peso frente al privado a medida que el nivel de vida se incrementa.

En el mundo hay 700 millones de vehículos automóviles de uso privado, de la industria ligada a ellos depende una parte importante del desarrollo económico y del empleo en muchos países. En España más de un 10% de la población laboral depende directa o indirectamente del automóvil. En nuestro país hay 17 millones de vehículos circulando, y anualmente se producen 2,5 millones, una parte importante destinada a exportación; somos el quinto país en el mundo por fabricación de automóviles.

El automóvil se concentra en los países desarrollados, donde la disponibilidad es de 400 a 600 por 1.000 habitantes; parece que este ratio no se incrementará sensiblemente en el futuro. Los países menos desarrollados presentan valores en torno a 100 automóviles por

1.000 habitantes; aunque algunos como China se sitúan en valores mucho más bajos, pero la previsión de este país es llegar a 70 millones de automóviles en el año 2010, un 10% de la actual flota mundial, pero sólo 60 automóviles por cada 1.000 habitantes.

El comercio mundial depende del transporte; los agricultores y las economías del tercer mundo tendrán una cierta salida y viabilidad si pueden llevar a los mercados de los países más desarrollados sus productos, primero en camionetas desde las plantaciones, luego en barco desde los puertos, pero también en avión, con un elevado consumo energético, para que las frutas lleguen a los destinatarios exigentes en su punto de calidad.

La energía que utilizan los automóviles y los vehículos de transporte proviene mayoritariamente del petróleo, lo cual, como veremos más adelante, es una cuestión energética crítica. Si el equilibrio social del mundo a mediados del siglo XXI pasara por un nivel de desarrollo unido a un ratio de 200 automóviles por 1.000 habitantes, habría en la Tierra más de 1.500 millones de coches, y consumiríamos tres veces más de petróleo.

- *Industria.* Ha sido el demandante mayoritario de energía a lo largo del siglo XX, especialmente en aquellos entornos en los que se dio peso a la producción de bienes estructurales: acero y cemento que conllevan demandas energéticas importantes en su fabricación, tanto por el volumen que suponen estos materiales como por el consumo específico en los procesos correspondientes.

Otras fabricaciones como las de: la cerámica, el vidrio, los fertilizantes y otros productos químicos, el aluminio o la celulosa y el papel, o equipos acabados como los automóviles también suponen aportes energéticos importantes. Hay que resaltar que en la actualidad caminamos hacia una cultura de usar y tirar, donde el vidrio, el aluminio y la celulosa forman parte de la vida común en forma de “un solo uso”; también cambiamos de automóvil u otros equipos con demasiada rapidez.

La industria demanda combustibles y electricidad según sean los procesos productivos. Entre los combustibles adquieren progresivamente más peso los derivados del petróleo y el gas natural. La demanda energética de un país depende de su estructura económica, pero en una primera aproximación podemos darle un peso de 20% del consumo global del país.

- *Servicios.* Es un área con demandas energéticas crecientes, que a fin de fijar ideas la podemos valorar en un 15% del consumo global, aunque es muy variable de un país a otro; pero con una creciente importancia de la electricidad en este concepto que per se es muy amplio y variado.

La iluminación de ciudades es algo a lo que estamos acostumbrados en los países desarrollados, y a lo que aspiran todas las grandes áreas urbanas se localicen donde se localicen. Pero esos entornos están ocupados por edificios de servicios de uso público y privado, y en ellos, además de la iluminación, la calefacción y la refrigeración son prestaciones que se consideran imprescindibles a medida que adquirimos un cierto nivel de vida.

El comercio se concentra en grandes superficies donde la iluminación y otros aspectos a veces son una lujuria energética, además la refrigeración y congelación de grandes volúmenes de productos es una necesidad operativa. Los servicios de hostelería son por su parte cada vez más sofisticados, y en ellos la refrigeración y aire acondicionado tiene un valor específico creciente.

Entre los servicios aparecen muchos conceptos: sanidad, educación, suministro y depuración de agua, etc. También se tiende a incluir el transporte urbano y de cercanías, que a veces se realiza utilizando derivados del petróleo como energía, pero que en gran medida camina a consumir electricidad: trenes de cercanías y metropolitano.

- *Usos domésticos.* Es la electricidad y combustibles que utilizamos a diario en nuestro hogar; la climatología y el nivel económico son un condicionante de este consumo, que en promedio podemos valorar en un 15% del total. En el caso español la calefacción y el frigorífico marcaron un escalón de demanda, hoy el aire acondicionado es otro salto importante en esa demanda. Se camina hacia vectores energéticos de uso fácil y limpio: electricidad y gas natural.

DESARROLLO ECONÓMICO Y CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo de energía se relaciona de forma directa con el nivel de desarrollo económico de un país. A finales del siglo XX, los países del primer mundo, que cuentan con un sexto de la población mundial, consumen las cuatro sextas partes de la energía demandada por la Humanidad, es decir el desequilibrio mundial es palpable.

- La disponibilidad de automóviles en una sociedad se relaciona con su desarrollo económico y con sus hábitos de consumismo y movilidad. En esto los países del norte nos llevamos la palma; aunque el número de automóviles parece que se estancará en el entorno de 500 unidades por 1.000 habitantes, y ésta ya es una cifra habitual en nuestro entorno. La industria del automóvil dirige sus miradas hacia los países de transición: Este de Europa y otros de medio nivel económico en el mundo.
- La industria básica, que es intensiva en consumo energético, no crece en los países ricos, se desplaza hacia esos otros países de rango medio entre los en vías de desarrollo. El fenómeno de “exportación al sur de contaminación” no es un concepto ajeno a ese desplazamiento industrial.
- La demanda de energía en servicios y usos domésticos está también llegando a topes en los países desarrollados. Aunque seguirá creciendo sensiblemente en los países de transición en la medida que estos avancen en su desarrollo económico.

Todo ello parece indicar que en un futuro a corto plazo debería producirse un cambio en el esquema de demanda energética global, por un lado un estancamiento en la demanda desde los países más desarrollados, seguida de un crecimiento significativo del consumo en los “países de transición a un modelo industrializado”, y posiblemente un estancamiento de la demanda en los países más pobres.

En los años setenta vivimos la crisis de los precios del petróleo, a partir de ahí en muchos países se aplicaron políticas de ahorro y uso eficiente de la energía. El consumo energético de los países desarrollados creció más despacio que lo hacía el producto económico, el ratio:

$$\text{Intensidad energética} = \frac{\text{Consumo de energía primaria en un país}}{\text{Producto nacional bruto}}$$

fue decreciendo lentamente, hasta que llegamos a mediados de la década de los noventa en que se vuelve a incrementar de forma continuada. Los procesos de liberalización energética, que entre otras cosas hacen pasar a considerar a la energía de ser un servicio público a ser un bien de consumo, han incidido en este cambio.

No obstante seguimos pensando que el crecimiento del consumo energético en los países más desarrollados será moderado, e incluso podría estancarse si se toman en serio las cuestiones ambientales que se exponen más adelante; aunque en cualquier caso habrá que tener en cuenta que previsiblemente se incrementará sensiblemente la demanda de electricidad y de gas, vectores energéticos limpios y de fácil uso, en detrimento de otros combustibles más sucios o de utilización menos cómoda.

La demanda de los países en vías de desarrollo parece que seguirá creciendo, y ello deberá ser así para que estas sociedades puedan evolucionar económica y socialmente. A mediados de siglo nos acercaremos previsiblemente a una demanda de energía situada entre 15.000 y 20.000 millones de tep.

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Los usos energéticos han sido origen de cuestiones ambientales significativas, unas más o menos resueltas, y otras pendientes. Un primer repaso nos lleva, de forma no excluyente, a señalar las siguientes:

- *Contaminación urbana.* Es un fenómeno amplio y complejo en el cual además de los aspectos energéticos, inciden otros factores como la existencia de industrias de proceso y la meteorología. Las emisiones gaseosas procedentes del uso de combustibles fósiles en automóviles, calderas de calefacción, etc, aportan diferentes contaminantes, en mayor o menor cantidad según sea la calidad de dichos combustibles y el estado de los equipos utilizadores de los mismos.

El problema es más grave en las grandes urbes de los países en vías de desarrollo que las ciudades del primer mundo. Aquí se dispone de combustibles más limpios y en mejor estado de conservación; adicionalmente se tiende a formas de uso energético más limpias, vehículos eléctricos o empleo masivo de gas natural y sus derivados.

- *Degradación de mares.* Los vertidos de crudo y derivados petrolíferos, además de los correspondientes a otros productos químicos, están deteriorando la calidad de las aguas marinas. A veces sólo somos sensibles a las visiones de los cormoranes u otras aves manchadas de petróleo, pero el problema es mucho más preocupante, pues poco a poco limitamos la capacidad de creación de vida en el mar, que ha sido nuestro origen, y previsiblemente deberá sostenernos en el futuro.
- *Lluvias ácidas.* Fuimos conscientes de este problema, en su magnitud regional, a finales de la década de los setenta, cuando las emisiones de óxidos de azufre y de óxidos de nitrógeno procedentes de las centrales térmicas del Reino Unido deterioraron los lagos y bosques de Escandinavia, el problema paso de ser una cuestión local a verse con una óptica más amplia. El fenómeno también afectaba en gran medida a Centro Europa, y en menor medida a Canadá; hoy sabemos que éste es un gran problema en China y en otras zonas en desarrollo.

El desarrollo de tecnologías de uso limpio de carbón y otros combustibles pesados, la combustión en lecho fluido y la gasificación, abren posibilidades de continuar la generación de electricidad con estos combustibles produciendo impactos ambientales controlables.

- *Cambio climático.* Es la gran cuestión ambiental de nuestro futuro, que aunque nos afecte de forma global, hemos de entender que la capacidad de defenderse de sus consecuencias es muy distinta de unos países a otros, bien por que esos efectos serán distintos, bien por la capacidad de reacción de cada sociedad, su desarrollo económico y de infraestructuras.

La actividad humana, además de algunos fenómenos no directamente antropogénicos, están dando lugar a emisiones significativas de: CO₂, procedente mayoritariamente del uso de combustibles fósiles, de CH₄, procedente del gas natural y de algunos procesos agrícolas y ganaderos, más una serie de compuestos halogenados; todos ellos constituyen los gases de efecto invernadero.

La emisión de gases de efecto invernadero, o mejor dicho el incremento de su concentración a niveles altos de la atmósfera, se liga directamente al cambio climático. La evolución, durante el pasado siglo, de la película que forman esos gases ha reducido en 4 w/m² la radiación térmica de la Tierra en relación con un valor de referencia previo de 240 w/m².

La Tierra ha de adecuarse a esa nueva condición de equilibrio, o las que aparezcan en el futuro, cuando las emisiones de CO₂, CH₄, y otros gases hayan reducido aun más el índice de emisión térmica de nuestro planeta. No desaparecerá la vida en la Tierra, pero las condiciones de habitabilidad serán distintas, muchos países y sus ciudadanos se verán ante condiciones de supervivencia difíciles.

De todos estos problemas, el cambio climático es él que nos lleva a demandar modelos energéticos en los cuales los combustibles fósiles tengan progresivamente menos peso. Los acuerdos globales de reducción de emisiones, que se plantearon en la conferencia de las partes de Kyoto ya hace cinco años, pasan por momentos difíciles, pero es preciso asumir que sólo son el comienzo de un nuevo camino energético.

RECURSOS ENERGÉTICOS

Nuestro esquema energético está basado en el uso de los combustibles fósiles, que hoy aportan el 80% de la energía primaria que consumimos. Esto incide en el problema del cambio climático, pero además nos lleva a reflexionar sobre cuales son nuestras disponibilidades energéticas y sus condicionantes de suministro:

- *Carbón.* Es un combustible abundante y bien distribuido por el mundo, sus reservas dan una vida útil a su utilización de unos 300 años. Los costes de extracción, y el precio de mercado, se pueden mantener a niveles moderados ya que muchos yacimientos son explotables a cielo abierto.
- *Petróleo.* Es el combustible más empleado, por si sólo representa más del 40% del abastecimiento energético mundial. Por el contrario sus reservas conocidas sólo representan unos 40 años de vida al actual ritmo de consumo, como previsiblemente este se incrementará, aunque las reservas se incrementen en los próximos años, todas las fuentes de prospectiva energética ven el fin de su utilización antes de que finalice el siglo XXI.
- *Gas natural.* Es el combustible hacia el cual hoy se dirigen todas las miradas, pero sus reservas no son mayores que las de petróleo, y no parece que haya recursos por descubrir significativamente mayores, salvo que se acometiera la extracción de los hidratos de metano del fondo del mar; pero esto supone un riesgo ambiental tremendo por su contribución a la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera por escapes incontrolados.

El gas natural se encuentra concentrado en pocos países y se precisan infraestructuras complejas y caras para su transporte y distribución. Se supone que su consumo se incrementará sensiblemente en los países desarrollados, y su vida útil no sobrepasará este siglo XXI.

Esto nos lleva a un esquema energético en el cual el carbón estará disponible a largo plazo para todos los países, el gas natural sólo para países desarrollados, y el petróleo en una posición intermedia. En cualquier caso muchas sociedades de los países en vías de desarrollo verán como se les incrementan las dificultades económicas para adquirir hidrocarburos.

Nos encontramos pues ante un problema de sostenibilidad energética en muchos países, que sólo podrán recurrir al carbón; pero esto y el previsible aumento del consumo de petróleo y gas natural a nivel mundial nos lleva a una situación de incremento de emisiones de gases de efecto invernadero, es decir agudización de los problemas ligados al cambio climático.

La energía nuclear es una alternativa de la cual se vuelve a hablar después de unos años en los cuales se había hecho un silencio al respecto, los accidentes de Three Mile Inland y Chernobil, más el problema de almacenamiento de los residuos radioactivos, eran una gran barrera para su desarrollo. No obstante siguen existiendo cuestiones al respecto:

- Inversión específica muy elevada, sólo asumible por unos pocos países y siempre en un marco regulado, que reconoce las inversiones realizadas.
- Riesgo político y militar que introducirá trabas a la instalación en muchos países
- Problema creciente de almacenamiento de residuos radioactivos.

Ello lleva a buscar otras alternativas más amistosas con el entorno, y a la vez asumibles por un amplio sector de la Humanidad.

TECNOLOGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

El desarrollo de nuevas tecnologías energéticas es un proceso lento, en el cual el imperativo de necesidad o de seguridad de suministro ha pesado tanto o más que la oportunidad de negocio, aunque no siempre ha sido así. Las actividades correspondientes: investigación básica, plantas piloto, plantas de demostración y puesta comercial, requieren esfuerzos económicos significativos, que sólo los estados o las grandes corporaciones empresariales pueden acometer.

La investigación y desarrollo tecnológico se ha acompasado en gran medida a la existencia de miedos al suministro energético o a condicionantes de planificación energética:

- En el año 1970 se invertían, en investigación y desarrollo tecnológico energético, unos 10.000 millones de dólares en todo el mundo.
- La crisis de los precios del petróleo de la década de los setenta dobló la cifra de inversión en desarrollo tecnológico en la primera mitad de los años ochenta.
- Después decayó el esfuerzo, sólo con un ligero repunte debido a los programas de uso limpio del carbón a principios de los noventa.
- El último gran cambio, la utilización masiva de gas natural, con el desarrollo de los ciclos combinados ha sido una cuestión de maximización de beneficios acompañada de un condicionante ambiental, el gas natural es el combustible más limpio.

Existe una preocupación generalizada respecto a como se va a acometer el desarrollo tecnológico que demanda el esquema futuro de sostenibilidad energética: alternativas tales como las celdas de combustibles o el vector hidrógeno, o la implantación masiva de las energías renovables.

DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La vuelta a las energías renovables se produjo en la década de los setenta a raíz de las crisis de los precios del petróleo, que aparte del encarecimiento de este combustible mostraba que su utilización

tenía límites temporales. Se constituyeron una serie de organismos, la Agencia Internacional de la Energía, IEA, a nivel internacional, más otros propios de cada país, que fomentaron el ahorro y uso eficiente de la energía, tal como se apuntó anteriormente, y se fomentó el desarrollo tecnológico de las energías renovables y su implantación, primero como fuente energética inagotable y después como alternativas limpias, neutras frente a la emisión de los gases de efecto invernadero.

La situación actual de las energías renovables es esperanzadora, pero nos muestra todavía grandes carencias para poder cumplir con esos retos que se nos plantean desde diversas instancias, desde el 12% de participación en la energía primaria que consume la Unión Europea en el año 2010, a otro más profundo del 50% de la energía primaria mundial a mediados de siglo para que nos encontremos en condiciones de sostenibilidad energética global, tal cual sugieren las Naciones Unidas.

- *Hidráulica.* Ha sido desde hace un siglo una de las fuentes básicas de generación de electricidad; se han introducido distorsiones ambientales importantes cuando se ha acometido la construcción de grandes presas, esta es una cuestión latente frente al desarrollo a gran escala que todavía es posible, y quizás necesario, en ciertos países.

La electricidad producida mediante energía hidráulica es aproximadamente el 20% de la demanda actual en el mundo, que es de unos 14.000 TWh anuales. El potencial hidráulico mundial es de unos 16.000 TWh, de los cuales sólo unos 3.000 TWh podrían obtenerse en instalaciones de pequeñas dimensiones minihidráulica.

Es una tecnología madura que da lugar a costes de generación muy competitivos con otras alternativas, entre 4 y 8 PTA/kWh.

- *Eólica.* Es la alternativa que se está desarrollando a gran velocidad en los últimos años, la potencia instalada en el mundo se acerca a los 20.000 MW, lo que supone una generación anual del orden de 500 TWh, es decir un 3% de la demanda eléctrica mundial.

El potencial de la energía eólica es muy elevado, posiblemente por encima de los 50.000 TWh anuales, es decir muy por encima de la actual demanda de electricidad. Su recuperación precisa de desarrollo tecnológico y adecuación de las infraestructuras para el transporte de la energía a los centros de consumo.

En ese desarrollo es posible que se reduzcan sensiblemente los costes de generación eléctrica, que ya son hoy muy interesantes, entre 6 y 10 PTA/kWh.

- *Biomasa y electricidad.* Es una alternativa muy heterogénea por la diversidad de casos que se presentan en la obtención del combustible, lo que se traduce en costes muy variables de generación, entre 6 y 20 PTA/kWh.

Los recursos energéticos son menores que los correspondientes a los dos casos anteriores, más todavía si se es precavido con las agresiones ambientales que puede conllevar un desarrollo a gran escala de esta energía, recuperando biomasa en grandes extensiones con una actividad intensiva.

Pero es una opción que puede ser muy interesante en ciertos entornos, donde es la vía más fácil de obtener electricidad sin necesidad de gastar divisas para importar combustibles, y a la vez generando empleo local.

- *Biocombustibles líquidos.* Se trata de obtener combustibles de automoción, sustitutos de los derivados del petróleo, a partir de cultivos energéticos u otras biomásas. Es una necesidad para países carentes de los suficientes recursos de hidrocarburos fósiles o con deficiencias

económicas en su balanza comercial; Brasil ha sido el ejemplo significativo de esta industria, la mitad de su consumo de combustibles de automoción se atiende con etanol procedente de caña de azúcar.

Pero Estados Unidos es el segundo productor mundial de bioetanol, que busca en primer lugar dar salida a sus excedentes de grano de maíz, pero también se prepara para escenarios con dificultades en el suministro de petróleo. Para esto último desarrolla además tecnologías que permitan obtener los biocombustibles de un amplio rango de materias vegetales.

Europa se inicia en este camino, y en España ya está en funcionamiento una instalación para producir bioetanol en Cartagena, a partir de grano de cereal. Es una alternativa que da vida al campo en momentos que se reduce su actividad por los acuerdos de la Política Agrícola Común, PAC, y otras causas. No es una alternativa que permita cubrir la totalidad de las necesidades de combustible de automoción, ya que la disponibilidad de superficie cultivable en los países europeos no es muy significativa.

- *Solar termoeléctrica.* Es una alternativa que parte de una disponibilidad de recurso energético muy amplio, suficiente para cubrir con creces la totalidad de las necesidades eléctricas de la Humanidad, aunque con problemas de producción en un periodo corto del día y de necesidad de grandes superficies para instalar las plantas de producción; esto introduce necesidades de infraestructuras especiales de transporte y almacenamiento de electricidad.

Es una tecnología con un cierto grado de madurez, que se basa en plantas de potencia, pero que nos proporciona electricidad a un coste entre 25 y 30 PTA/kWh; es un valor sensiblemente superior al actual de generación por vías convencionales, pero no tan lejano como para no pensar en su aplicación futura, en otro escenario energético. La construcción de plantas de demostración mejorará la tecnología y nos preparará el camino hacia su aplicación industrial en mejores condiciones; en España las posibilidades de instalar estas plantas de demostración son importantes al disponer de tecnología y ubicaciones adecuadas.

- *Fotovoltaica.* Es una alternativa que se extiende con rapidez en base a que permite instalaciones modulares desde muy baja potencia unitaria, tanto conectadas a red como aisladas de la misma. Es una solución para muchos casos de demanda de electricidad que no se pueden atender por métodos convencionales. En cambio no es, de momento, una solución para el suministro masivo de electricidad, pues los costes de generación se sitúan en el entorno de las 100 PTA/kWh.

Estamos en un momento en el cual la eólica, y en menor medida la biomasa, pueden aportar soluciones energéticas de bajo impacto ambiental, y ahorrando combustibles fósiles. Los problemas de infraestructuras son importantes, y la aplicación de las tecnologías ya disponibles demandan esfuerzos de colaboración Norte Sur importantes.

El gran reto de futuro es el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas en energía solar y en biocombustibles líquidos para que puedan ser soluciones a ese cambio, antes citado, hacia un esquema energético de baja componente de carbono y accesible a sectores amplios de la Humanidad.

HACIA UN MODELO DE TRANSICIÓN JUSTA

La idea de que el suministro energético y los problemas asociados son una cuestión crítica para el futuro de la Humanidad se va abriendo camino de forma generalizada, otra cosa son las alternativas

para encontrar solución al problema, que básicamente podemos presentar con los planteamientos siguientes:

- Los países y sus sociedades precisan energía para su desarrollo económico y social
- El acceso a la energía comercial será un problema grave para muchos países en unas pocas décadas
- El uso masivo de combustibles fósiles incrementa la velocidad del cambio climático
- Muchos países y sociedades menos desarrolladas padecerán los efectos de ese cambio climático.

Estados Unidos, que dirige de una forma u otra la política mundial, está dando pasos en la línea de resolver la cuestión desde una óptica aislacionista y prepotente. Se plantea acciones en dos líneas que cree puede gobernar:

- Desarrollo de fuentes energéticas controlables desde el primer mundo: vuelta a la energía nuclear, extracción masiva de petróleo incluso en santuarios ecológicos, caso de Alaska.
- No asumir políticas de ayuda a los países en vías de desarrollo que transfieren fondos para usos energéticos y ambientales. Dificultades a la puesta en marcha del protocolo de Kyoto.

En la Unión Europea aparece un planteamiento más reflexivo, condicionado quizás por: esa consciencia de dependencia energética del exterior, por la falta de liderazgo político a nivel mundial, y por una mayor participación de los agentes sociales y la propia sociedad en la vida pública. En cualquier caso aquí encontramos una vía de diálogo para plantearnos un esquema energético nuevo que busque resolver cuestiones sociales y tecnológicas:

- Conseguir que el abastecimiento de energía en condiciones adecuadas llegue a todos los países y sociedades.
- Establecer un modelo en el cual prime más cubrir las necesidades que el derroche consumista, de energía y otros productos.
- Buscar vectores energéticos de bajo contenido en carbono que sean de amplia utilización a nivel mundial.

Las propuestas a tal efecto caminan por diferentes alternativas. La modificación del sistema de transporte, con mayor peso del público y del ferrocarril. El fomento de las políticas de ahorro y uso eficiente de la energía. El desarrollo de las energías renovables. Todo ello en cualquier caso a nivel mundial.

En primer lugar es preciso que haya un trasvase económico hacia el sur sin que ello represente un endeudamiento insostenible para esos países. Es la piedra angular del cambio y muy difícil de colocar, quizás la podamos construir a base de pequeños ladrillos en una labor de artesanía social y política. Posiblemente asumir todo tipo de mecanismos que graven nuestro derroche energético y abran vías de traslado de esas penalidades hacia el Sur sea una primera solución. Pero además hemos de llevar hacia allí nuestras industrias con un ánimo de lucro moderado.

Es presumible que esto trastorne el sistema económico de los países desarrollados, se cambiaría el esquema productivo y de empleo, por lo cual es necesario un modelo de transición que no incida negativamente en los trabajadores, que los cambios de lugar de trabajo sean posibles y flexibles en sus condicionantes.

EL CASO ESPAÑOL

Nos encontramos en una esquina del primer mundo, desde la cual deberíamos ser conscientes de ese mundo ancho que nos rodea y, sobre todo, de sus problemas y los de sus gentes. Aunque en

nuestra sociedad hay problemas importantes, que en su mayoría tratamos de resolver encajándonos en el contexto de los países más desarrollados, la Unión Europea, pero también el área de influencia de Estados Unidos, esto a veces con más intensidad de lo que parecería lógico.

Nuestra demanda de energía primaria se sitúa en los 125 millones de tep anuales, el doble de la media mundial, y con un ritmo de crecimiento importante, en particular en lo que concierne al consumo de electricidad. Somos un país con una alta dependencia exterior en el suministro de energía primaria, las tres cuartas partes de nuestro abastecimiento proviene del exterior, aunque ello no parece preocuparnos de forma especial. La Comisión Europea se siente preocupada por que la dependencia de la Unión Europea en su conjunto alcanza ya tasas del 50%.

En este contexto de dependencia energética es lógico pensar en la vuelta a políticas firmes de ahorro y uso eficiente de la energía, y además en la necesidad de desarrollar las energías renovables en nuestro país, tanto por el ahorro que representan en la importación de combustibles fósiles, como por ser una alternativa que crea empleo distribuido en sustitución de ese gasto de divisas.

Pero además deberíamos cambiar nuestro esquema de transporte dando más peso a los medios públicos y con preferencia al ferrocarril. Aquí nos aparecen cuestiones de no fácil resolución:

- Consideración del derecho al transporte y la movilidad como un servicio público. Asumir por tanto la necesidad del mantenimiento de empresas como RENFE en un contexto económico adecuado.
- Pensar en la reducción del peso de la industria del automóvil en nuestra economía. Algo más de la décima parte de nuestros puestos de trabajo se ligan al automóvil en sus diferentes industrias asociadas.

Todo esto nos lleva a plantear la necesidad de que el tema de la sostenibilidad energética sea un tema de profunda reflexión en la sociedad, y no la presentación de unos folletos muy bonitos pero carentes de contenido como ocurrió recientemente, el 21 de junio, día del Sol, bajo la “pérgola fotovoltaica” del Palacio de la Moncloa.

Estamos en un momento en el cual aparecemos como un país alegre y despreocupado. En el índice de “Preparación hacia el futuro” que publica el Foro Económico Mundial aparecemos en el lugar 19, por detrás de países como Portugal y la República Checa, a los que solemos mirar por encima del hombro. No gastamos lo suficiente en I+D y nuestros gestores se mueven como si el mundo fuera de ellos. Esperemos que finalmente nos preocupemos por nuestra sostenibilidad encajada en un ámbito mundial.