

Energías renovables ¿una alternativa real a los modelos actuales?

En el Curso sobre "Claves para construir un mundo más justo y sostenible"

José Ignacio Pérez Arriaga

(Mayo 13, 2004)

Frente a los análisis que apuntan al mantenimiento durante las próximas décadas de los modelos energéticos actuales, basados fundamentalmente en la explotación de los combustibles fósiles y la energía nuclear de fisión, surgen propuestas desde diferentes foros que pretenden plantear escenarios alternativos, con una preocupación centrada en la sostenibilidad. La sesión pretende analizar la viabilidad real de estos modelos alternativos, desde una múltiple perspectiva técnica, social y política.

Preguntas

Título de la charla es una pregunta. La desgloso en varias preguntas, más precisas:

- ¿Hay algún problema de sostenibilidad en el modelo energético actual? ¿en qué consiste tal problema?
- ¿Qué relación guarda, si es que la tiene, el problema de la sostenibilidad energética con los grandes temas tratados en este curso: conflictos armados internacionales, pobreza, seguridad internacional, acción humanitaria, el papel de la mujer en el desarrollo, el consumo responsable o la brecha digital?
- ¿Qué líneas de solución son posibles? ¿Qué papel pueden jugar las energías renovables? ¿Son realmente una alternativa? ¿Qué potencial tiene para contribuir a un futuro energético sostenible?
- ¿Qué perspectivas de futuro se abren? ¿Qué puede pasar? ¿Qué se puede hacer?

Para empezar, ¿Qué puedo aportar yo a este debate?

Yo no soy un especialista en ninguna tecnología energética. Mi campo actual de actividad es la regulación de la energía, esto es, el desarrollo e implantación de las normas que controlan o limitan el comportamiento del sector industrial energético en ciertos aspectos, para promover la competencia, para limitar sus abusos, para proteger a los consumidores, a las empresas y al medio ambiente.

Trabajo en temas como diseñar las reglas para que un mercado eléctrico sea competitivo, para tratar de que las energías renovables puedan hacer valer sus menores costes medioambientales, para que las limitaciones que se han de derivar de protegernos del cambio climático conlleven la menor distorsión posible de nuestra economía, etc.

Y ahora vamos con las preguntas:

¿Hay algún problema de sostenibilidad en el modelo energético actual? ¿en qué consiste tal problema?

Sabéis de sobra en qué consiste la sostenibilidad. La idea de “desarrollo sostenible” fue formulada explícitamente en el informe presentado por la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas en 1987, -conocido como el Informe Brundtland-, como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. El desarrollo sostenible descansa sobre la aceptación de que el desarrollo es posible y necesario; de que debe hacerse sostenible, perdurable y viable en el tiempo, y de que la sostenibilidad debe ser triple: económica, social y ambiental.

Es preciso tener una visión integral de lo que significa el desarrollo. En la “Declaración sobre el derecho al desarrollo” que aprobó la Asamblea General de las Naciones Unidas en diciembre de 1986, se dice: “El desarrollo es un proceso global económico, social, cultural y político, que tiende al mejoramiento constante del bienestar de toda la población y de todos los individuos sobre la base de su participación activa, libre y significativa en este desarrollo y en la distribución justa de los beneficios que de él se derivan”.

Debemos ahora preguntarnos: ¿Es sostenible nuestro patrón actual de producción y consumo de energía?

Es unánime la opinión de las distintas organizaciones solventes que han examinado la sostenibilidad del actual sistema energético mundial. Citemos, por ejemplo, el *Informe mundial de la energía*, publicado conjuntamente en 2000 por el Consejo Mundial de la Energía, el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, y que es un texto clave de referencia en lo que concierne a una visión global de los aspectos de la energía. Este documento es contundente al respecto y dice textualmente:

“Aunque no parece haber límites físicos en el suministro mundial de energía durante al menos los próximos cincuenta años, el sistema energético actual es insostenible por consideraciones de equidad así como por problemas medioambientales, económicos y geopolíticos que tienen implicaciones a muy largo plazo”.

Son, por tanto, tres los factores que condicionan la sostenibilidad de nuestro modelo energético:

- la disponibilidad de recursos para hacer frente a la demanda de energía,
- el impacto ambiental ocasionado por los medios utilizados para su suministro y consumo,
- y la enorme falta de equidad en el acceso a este elemento imprescindible para el desarrollo humano en la actualidad.

Examinaremos brevemente a continuación cada uno de ellos.

A) La seguridad del abastecimiento energético: los recursos disponibles.

Un 80% de la demanda global actual de energía de las actividades humanas¹ proviene de combustibles fósiles, -como el petróleo (36%), el carbón (23%) o el gas natural (21%)-, la energía nuclear proporciona un 6%, las grandes centrales hidroeléctricas un 2%, las formas avanzadas de energías renovables², -tales como solar, eólica, minihidráulica o biomasa- otro 2%, mientras que la utilización tradicional de biomasa, -forma principal de suministro energético de los 2000 millones de habitantes menos desarrollados energéticamente-, representa el 10% restante.

¿Cómo se distribuye esta demanda de energía entre los habitantes del planeta? El valor medio mundial en el año 2000 fue de 1,68 tep (toneladas equivalentes de petróleo) por persona, que es 5 veces menor que en los EEUU y la mitad que en España, pero casi 3 veces mayor que el promedio de África³. Por supuesto que muchos habitantes de países poco desarrollados consumen mucho menos⁴. En los países en desarrollo la utilización tradicional de biomasa es la principal fuente de energía, con un 25% del abastecimiento, que llega a ser del 90% en los países más pobres⁵.

Tomando el año 2000 como referencia. El volumen total de consumo del sector energético antropogénico fue de 8750 Mtep/año, lo que equivale a una potencia media de 11.5 TW (10 a la 12 vatios, ó 2 kW/persona; para alimentarnos necesitamos 3000 kcal/día, que equivalen a 0.14 kW/persona, unas 15 veces menos que el consumo mundial medio).

En España el consumo anual de energía fue de 125 Mtep en 2000.

¿Hay suficientes recursos? La conclusión global, obtenida de las mismas organizaciones consultadas anteriormente acerca de nuestra sostenibilidad energética, es que los recursos energéticos de petróleo, gas natural, carbón y materiales apropiados para la fisión nuclear son suficientes para cubrir las necesidades energéticas al menos durante las próximas décadas y que, con las sustituciones e innovaciones tecnológicas adecuadas, no parece que vayan a restringir el desarrollo durante por lo menos el siglo que acaba de comenzar⁶.

¹ Esta demanda mundial de energía primaria, incluyendo la de biomasa no comercial, se estima en más de 10.000 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) en el año 2000. Ver IEA-2002, pp. 58, 68 y 404. La demanda y la producción de energía son conceptos equivalentes. El consumo final, una vez restadas las pérdidas de distribución y transformación, no alcanza los 7.000 Mtep.

² Se denominan renovables por tratarse de recursos energéticos de libre disposición e inagotables, como el viento o el sol, o que pueden reponerse en un espacio breve de tiempo, como es el caso de la biomasa o de la energía hidráulica.

³ International Energy Agency, *Key World Energy Statistics 2002 edition*, OECD/IEA 2002.

⁴ WEA, p.4, CNE / ENERCLUB, p. 46.

⁵ WEA p. 156.

⁶ De acuerdo a la referencia WEA, las reservas de petróleo y de gas, -tanto en formas convencionales como no convencionales-, son unas 80 y 180 veces superiores, respectivamente, a su consumo anual actual -aunque en el caso del gas natural el consumo crece muy rápidamente -, y los recursos más del doble de veces. Para el carbón las cifras son más favorables, pues las reservas cubrirían el consumo actual de este combustible durante unos 200 años y los recursos 10 veces más. Hay que recordar, sin embargo, que extrapolando la tendencia actual el consumo se duplicaría en 2037. Las estimaciones del prestigioso informe anual BP-2003 son las siguientes: los ratios de reservas confirmadas a los correspondientes consumos anuales para petróleo, gas y natural y carbón son de 41, 61 y 204, respectivamente. Recientemente, cada vez hay más especialistas que advierten de que en pocos años se alcanzará la capacidad máxima de producción de petróleo a escala mundial (a nivel de explotación individual esto suele ocurrir cuando la mitad del crudo recuperable de una explotación ha sido extraído) y se comenzará

Se alzan, sin embargo, y cada vez más frecuentemente, voces que advierten de la cercanía de que lleguemos al máximo de producción de petróleo, con el consiguiente encarecimiento de los precios y su impacto sobre la economía.

He de confesar, además, mi intranquilidad al observar que la mayor parte de los estudios de prospectiva energética disponibles tienen como horizonte máximo el año 2030 y que se admite abiertamente que, para fechas no mucho más lejanas, el petróleo de un coste moderado de extracción puede empezar a escasear. Así, el reciente documento de la Comisión Europea: *Energía: Controlemos nuestra dependencia*, afirma que “atendiendo a los condicionantes geológicos, cabe prever que dentro de cincuenta años prácticamente ya no habrá petróleo ni gas o, si los hay, su extracción será muy cara, sin punto de comparación con los precios actuales. En otras palabras, hay cantidades limitadas de estos recursos naturales y no hacemos más que dilapidarlas”.

Hagamos, pues, un análisis más completo. Realmente habría que examinar la idea de sostenibilidad con una visión de aún más largo plazo. Porque el que demos tanta importancia a la sostenibilidad probablemente proviene de que tenemos la percepción de que, excepto por la intervención humana, el mundo estaría en un estado permanente o estable. Esto, estrictamente hablando, no es así. El sistema solar, y la Tierra con él, se formó hace 4500 millones de años. Se estima que el Sol se extinguirá en otros 4500 millones de años, pero ya dentro de 1000 millones de años la potencia del Sol no bastará para mantener la vida sobre la Tierra. Así que tenemos tanto tiempo por delante, aunque sea finito, que tiene sentido que nos preocupemos por la sostenibilidad.

Bajo el punto de vista de muy largo plazo, los combustibles fósiles son irrelevantes para la sostenibilidad, pues parece que se agotarán entre este siglo y el siguiente. Es más bien un problema de equidad Inter.-generacional, el que las generaciones que estamos viviendo en los siglos XIX, XX y XXI consumamos todos los recursos fósiles que la Tierra había acumulado durante toda su existencia.

Para la sostenibilidad a muy largo plazo tenemos que examinar qué potencial tienen los recursos renovables pues, por definición, no se agotan, para satisfacer la demanda prevista. Y también si existe algún recurso energético abundante que nos pueda durar durante los muchos miles de años durante los que la Tierra será habitable. Todo esto lo veremos luego, al tratar de contestar las siguientes preguntas.

Pero ahora, una vez cubierto el punto de vista de la suficiencia de los recursos, veremos que lo más crítico no es cuándo se acabarían los recursos energéticos disponibles, sino que no podemos permitirnos seguir utilizándolos en la forma en que lo venimos haciendo, por el impacto medioambiental que esto supone. Al menos en el medio plazo.

B) El impacto ambiental de la producción y consumo de energía.

la fase de declive, ver ASPO (Association for the Study of Peak Oil and Gas). Actualmente usamos cuatro veces más rápido petróleo que lo que lo encontramos. Artículo de El País del domingo 9 de mayo.

En los últimos cien años los efectos locales han pasado a ser amenazas globales. Es un hecho reciente el reconocimiento de la asociación de la energía con problemas medioambientales de carácter global, que ya afectan la salud humana y la calidad de vida, pero muy particularmente las de las generaciones futuras.

Aquí examinaremos exclusivamente el impacto global más destacado de la combustión de los combustibles fósiles: el efecto invernadero que da lugar al cambio climático. El cambio climático ciertamente no es la única amenaza global a la sostenibilidad medioambiental, pero muchos coinciden en identificarle como la más importante. Su magnitud, su complejidad y su relación directa con las actividades energéticas hacen del cambio climático un caso paradigmático. La mayor o menor diligencia en la puesta en práctica del Protocolo de Kioto es un excelente indicador del compromiso de la comunidad global, de cada país -e incluso de empresas y comunidades locales-, con el desarrollo sostenible.

Desde la Revolución Industrial hasta ahora la concentración de CO₂ en la atmósfera ha pasado de 280 ppmv a 360 ppmv y puede llegar a 750 ppmv a final del presente siglo. Las mejores estimaciones disponibles hasta la fecha indican que la temperatura media puede aumentar entre 1,5 y 6 grados centígrados para el año 2100. Estabilizar la concentración de CO₂ en la atmósfera a cualquier nivel requeriría cortar las emisiones de CO₂ a la mitad de lo que son ahora, -recordemos que el Protocolo de Kioto sólo pide una tímida reducción del 5,2% respecto al valor de 1990-, y esto tendría que conseguirse en las próximas décadas para que el nivel estable no superase en mucho al actual. Aunque se consiga estabilizar la concentración de CO₂, el aumento de temperatura y la subida de nivel del mar continuarán durante cientos de años. La credibilidad de estas afirmaciones parece fuera de toda duda razonable.

Un caso especial es el de la energía nuclear, cuyo rechazo en amplios sectores de la población de muchos países y sus dificultades económicas han conducido a la práctica paralización de su expansión comercial en la mayoría de estos países, pero que no produce emisiones de gases que contribuyan al cambio climático. Por otro lado, las reservas de uranio -a partir del cual se fabrica el combustible de las centrales nucleares- son, como las de carbón, amplias y suficientemente distribuidas, con las consiguientes implicaciones favorables sobre la garantía de suministro, la estabilidad de los precios de producción de la electricidad y la distensión geopolítica. Pero solamente en el medio plazo: unas décadas o incluso hasta final de siglo, pero no vale para la sostenibilidad de largo plazo. Podría valer como un puente hasta dar con una solución definitiva.

Pero, sin embargo la energía nuclear tiene inconvenientes muy graves, que no han sido resueltos satisfactoriamente.

- La seguridad de las instalaciones es una clara preocupación del público en general.
- Otra es el riesgo de utilización bélica de la energía nuclear, facilitada o amparada por la utilización civil.

- La falta de una solución aceptable para los residuos radioactivos de las centrales nucleares es otra gran preocupación, tan importante o más que las anteriores. Los residuos nucleares de alta actividad constituyen una herencia inadmisibles para las generaciones futuras, -por cientos de miles de años-, en contra de toda idea de sostenibilidad.

No se han asignado suficientes recursos a la solución de estos problemas, en coherencia con la gravedad y urgencia de los mismos. La viabilidad económica de la energía nuclear es asimismo cuestionable en el actual entorno de competencia en el sector energético. Es mi opinión que la opción nuclear no debe formar parte de un planteamiento de desarrollo sostenible, mientras subsistan sus graves problemas, muy en particular el del tratamiento de los residuos.

C) Energía para todos

En opinión del Consejo Mundial de la Energía, el primer problema en la sostenibilidad energética es que un tercio de la población mundial, -2000 millones de personas-, no tiene acceso a la energía comercial ni, por tanto, a los servicios que proporciona: iluminación, cocinado de alimentos, calefacción y refrigeración, telecomunicaciones y energía mecánica para, por ejemplo, el bombeo de agua. La mayoría de estas personas solamente dispone de leña, estiércol y rastrojos como fuente de energía, por lo general haciendo uso de tecnologías primitivas e ineficientes. Como resultado, se consumen los combustibles tradicionales a una velocidad superior a la de regeneración natural, lo que degrada la Tierra.

Las desigualdades en los patrones de consumo energético mundial son escandalosas. Mientras que los mil millones de habitantes más pobres tienen un consumo energético de solamente 0,2 toneladas equivalentes de petróleo por persona y año, los mil millones más ricos consumen 25 veces más.

Los 30 países más desarrollados y que integran la OCDE, -la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-, con cerca del 15% de la población mundial consumen el 53% de estas formas avanzadas de energía⁷.

En los países ricos, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) per cápita son de 12,4 toneladas, mientras que en los países de medianos ingresos éstas son de 3,2 toneladas y en los de ingresos bajos de 1,0 toneladas. Pero es que, además, los pobres son los más vulnerables a los impactos ambientales adversos, como son los efectos anticipados del cambio climático mundial⁸.

¿Cuál es la magnitud del esfuerzo técnico y económico necesario para proporcionar un acceso básico a la energía comercial al tercio de la humanidad que carece de ella? Obviamente, el proceso habría de tener lugar de forma gradual y el uso tradicional de biomasa debiera continuar tal vez por mucho tiempo, -aunque mejorando las tecnologías de utilización y reduciendo la intensidad para que sea sostenible-. En una primera aproximación puede estimarse que la demanda básica de energía a suministrar por persona es de unos 500 kWh anuales, lo que supondría unos 1000 TWh para los 2000

⁷ International Energy Agency, *Key World Energy Statistics 2002 edition*, OECD/IEA 2002.

⁸ PNUD-2003, p. 10.

millones de personas, esto es, menos de un 0.9% de la demanda mundial de energía en el año 2000 y apenas un 7% de la de electricidad. Una estimación grosera del coste anual, -supuesto que se suministrase inmediatamente en su totalidad y con tecnologías convencionales-, indica que no excedería el 0.2% del Producto Interior Bruto de los países de la OCDE.

Xxx las cantidades de Emilio p. 22.

¿Qué relación guarda, si es que la tiene, el problema de la sostenibilidad energética con los grandes temas tratados en este curso: conflictos armados internacionales, pobreza, seguridad internacional, acción humanitaria, el papel de la mujer en el desarrollo, el consumo responsable o la brecha digital?

La energía tiene relaciones profundas y amplias con las tres dimensiones de la sostenibilidad. Es precisamente la producción y consumo de energía, -de manera que soporte el desarrollo humano en sus dimensiones social, económica y medioambiental-, lo que entendemos por sostenibilidad energética. Los servicios que la energía proporciona contribuyen a satisfacer múltiples necesidades básicas como el suministro de agua potable, la iluminación, la salud, la capacidad de producir, transportar y procesar alimentos, la movilidad o el acceso a la información, de forma que la disponibilidad de un cierto volumen de formas avanzadas de energía debería incluirse entre los derechos inalienables del ser humano en el siglo XXI. La seguridad del abastecimiento energético y el precio de la energía son factores cruciales para el desarrollo económico. Por otro lado, ya es evidente que muchas de las formas de producción y consumo de la energía pueden reducir la sostenibilidad medioambiental.

<xxx no es explícito con la energía> El Artículo 8 de la “Declaración sobre el derecho al desarrollo” de las Naciones Unidas dice: “Los Estados deben adoptar, en el plano nacional, todas las medidas necesarias para la realización del derecho al desarrollo y garantizarán, entre otras cosas, la igualdad de oportunidades para todos en cuanto al acceso a los recursos básicos, la educación, los servicios de salud, los alimentos, la vivienda, el empleo y la justa distribución de los ingresos ...” xxx>

Un acceso universal y más igualitario a las formas modernas de energía tendría implicaciones de muy largo alcance. La energía es un instrumento esencial para poder conseguir una vida digna para la persona en el siglo XXI. Aunque el acceso a formas avanzadas de energía no es una necesidad humana *per se*, es crítico para la satisfacción de necesidades básicas tales como la nutrición, el cobijo y la iluminación y ofrece la posibilidad de emplear la energía para usos productivos que permitan a estas personas escapar del ciclo de la pobreza⁹. La falta de energía aparece fuertemente correlacionada con muchos indicadores de pobreza, tales como la falta de educación escolar o una inadecuada asistencia sanitaria.

En recientes documentos de las Naciones Unidas se considera que el acceso a la energía comercial a precios asequibles es una condición necesaria para

⁹ Ver *The Challenge of rural energy poverty in developing countries*, World Energy Council, October 1999, y PNUD-2003, p. 126.

conseguir el primero de los Objetivos del Milenio, esto es, reducir en el 2015 a la mitad el número de personas que hoy viven con menos de 1 \$US. De hecho, el acceso a la energía sería un prerrequisito para poder cumplir con la mayor parte de los objetivos de la Declaración del Milenio¹⁰.

Dice el Consejo Mundial de la Energía, en su Mensaje para 2002, que “para el desarrollo sostenible, la armonía y la paz mundial es clave que todos los seres humanos tengan acceso a servicios energéticos modernos ... El comercio y la tecnología, ligados a la disponibilidad y a la aceptabilidad de la energía, son los propulsores del crecimiento económico, requisito previo para hacer frente a la pobreza y facilitar el acceso a la energía. Si se actúa desde ahora para lograr estos objetivos se contribuirá a reducir las tensiones existentes y a favorecer una mayor armonía en el mundo”.

En esta misma línea, el último Informe sobre el Desarrollo Humano 2003, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, refiriéndose a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, afirma: “En 2003, el mundo ha presenciado un incremento de los conflictos violentos, acompañados por un aumento de la tensión internacional y el miedo al terrorismo. Algunos podrían argumentar que la lucha contra la pobreza se debe posponer hasta que se le haya ganado la guerra al terrorismo, pero se equivocarían. La necesidad de erradicar la pobreza no compite con la necesidad de hacer del mundo un lugar más seguro. Por el contrario, erradicar la pobreza debería contribuir a crear ese mundo más seguro que forma parte de la visión de la Declaración del Milenio”.

Xxx más xxx

¿Qué líneas de solución son posibles? ¿Qué papel pueden jugar las energías renovables? ¿Son realmente una alternativa? ¿Qué potencial tiene para contribuir a un futuro energético sostenible?

Al igual que el problema, las líneas de actuación para solucionarlo son complejas y tienen múltiples niveles: desde el puramente personal, pasando por el de las empresas e instituciones, hasta el de los Gobiernos y grandes organizaciones internacionales. Afortunadamente, en el terreno de los principios existe ya un nivel suficiente de consenso sobre las líneas más apropiadas de actuación, a los niveles máximos de las instituciones mundiales. Se va consiguiendo una coincidencia básica respecto a las grandes líneas de actuación que se deben adoptar para conseguir la sostenibilidad energética y que serían las siguientes:

- a) Reconocimiento de que el sendero actual de desarrollo energético no es sostenible.
- b) Admisión del gravísimo problema que supone el que un tercio de la humanidad no tiene acceso a formas avanzadas de energía, lo que debe abordarse con soluciones específicas impulsadas por los países desarrollados, quienes han llevado al planeta a la actual situación de insostenibilidad y se han beneficiado de ello. Estas soluciones deben incluir el desarrollo de sistemas

¹⁰ *A framework for action in energy*, Naciones Unidas, WEHAB (Water, Energy, Health, Agriculture and Biodiversity) Working Group, Agosto 2002.

descentralizados adaptados a las situaciones concretas, el uso de tecnologías apropiadas –que posiblemente debieran incluir un elevado porcentaje de renovables-, fórmulas innovadoras de financiación y participación local en la toma de decisiones.

- c) Reconocimiento de la urgencia del problema. Dada la gran inercia de los sistemas energéticos, a causa de la larga vida económica y elevado coste de las instalaciones y de la dificultad en cambiar los hábitos de consumo, el momento de actuar es ahora.
- d) Identificación de las grandes líneas de actuación que debe integrar una propuesta concreta de solución y que pueden compendiarse en las cinco siguientes:
 - La mejora de los patrones de consumo y la eficiencia energética,
 - la contribución de las fuentes renovables de energía,
 - la investigación y desarrollo de tecnologías energéticas avanzadas,
 - la adopción de adecuadas medidas económicas y regulatorias
 - y, sobre todo, la educación, que permita internalizar lo anterior en las actitudes de las personas.

Dado el título de la charla de hoy, me centraré especialmente en las energías renovables, aunque mencionaré brevemente también los otros aspectos, para que no se pierda la perspectiva global.

A) Las fuentes renovables de energía

Afirma la Agencia Internacional de la Energía que “el mundo está en las fases iniciales de una transición inevitable hacia un sistema energéticamente sostenible que dependerá fundamentalmente de los recursos renovables”. Sin embargo parece que gran parte de la opinión pública piensa que las fuentes renovables de energía, -como la eólica, solar, o biomasa-, pueden solamente jugar un papel menor en la solución al problema de la sostenibilidad energética, ya que no tienen la capacidad suficiente para convertirse en el factor principal. ¿Cuál es realmente la situación? ¿Podrán las energías renovables avanzadas convertirse en un elemento esencial de la estrategia de solución del problema de la sostenibilidad energética durante las próximas décadas o jugarán solamente un papel menor? Veremos que la respuesta depende tanto de las características intrínsecas a estas energías como de las decisiones políticas y de la respuesta social que se necesita para su promoción.

Aunque el suministro de energías renovables está creciendo rápidamente, parte de un nivel muy bajo, de forma que la participación de las energías renovables modernas, incluyendo las grandes centrales hidroeléctricas, ha permanecido estabilizada alrededor del 4% del suministro total de las energías primarias.

Tres atributos caracterizan principalmente a las energías renovables avanzadas. El primero está precisamente asociado a la denominación de

renovable: se trata de recursos energéticos de libre disposición e inagotables, como el viento o el sol, o que pueden reponerse en un espacio breve de tiempo, como es el caso de la biomasa o de la energía hidráulica. El segundo atributo es que el impacto ambiental derivado de su utilización es generalmente mucho menor que el de las fuentes de energía más convencionales, como los combustibles fósiles, la nuclear o incluso las grandes centrales hidroeléctricas. Finalmente, el tercero es su amplia dispersión geográfica, favoreciendo además a aquellas regiones del planeta donde se encuentran los países menos desarrollados. Hay que reconocer que un problema añadido de algunos recursos fósiles, -como el petróleo o el gas-, es su localización concentrada en unos pocos emplazamientos, con las consecuentes implicaciones geopolíticas y militares. Una economía global que descansase sobre fuentes de energía renovable sería sin duda mucho más segura que la actual.

Sin embargo, las energías renovables no están libres de problemas, aunque afortunadamente hay solución para cada uno de ellos. Con la excepción de las plantas hidroeléctricas de gran tamaño, sus costes de producción son en general todavía demasiado altos para ser competitivas frente a las energías convencionales, mientras no se tengan en cuenta los costes derivados del impacto ambiental. La mayor volatilidad de la generación solar, eólica y minihidráulica con respecto a otras tecnologías más convencionales puede dar lugar a dificultades en la operación de los sistemas eléctricos que contengan una proporción elevada de estas formas de producción renovable. Esto será así mientras se carezca de procedimientos eficaces de transformación y almacenamiento de la electricidad, como promete ser la producción de hidrógeno para su utilización en pilas de combustible cuando convenga. Finalmente, está por determinar la magnitud de la potencial contribución de las energías renovables avanzadas a la cobertura de las necesidades globales de energía primaria, lo que depende en gran manera del apoyo institucional y social que reciba, pues los recursos son muy abundantes.

El apoyo institucional es esencial ahora para un rápido despegue de las tecnologías basadas en energías renovables durante las próximas décadas. Las entidades reguladoras han de en primer lugar supervisando su funcionamiento para que el mercado sea realmente competitivo, y en segundo lugar, actuar para crear un campo nivelado de juego para todas las tecnologías, de forma que se tomen en cuenta, ya sea directa o indirectamente, los costes derivados del impacto ambiental de cada una de ellas y su verdadera contribución a la cobertura segura del suministro.

La Unión Europea ha adoptado una posición activa al respecto y ha establecido un objetivo exigente: cubrir el 12 % de las necesidades primarias de energía del conjunto de la Unión con energías renovables -incluyendo cualquier tipo de producción hidroeléctrica- en el año 2010, lo que supone aproximadamente una participación del 22% en la producción de electricidad, y un 29% para España en particular. Para conseguir este objetivo, en principio cada país podrá hacer uso de los mecanismos de promoción que considere más oportunos, que se facilitarán al emitirse certificaciones de origen verde de la energía. Estas medidas forman parte de una estrategia amplia de sostenibilidad, donde para la Unión Europea es también esencial mitigar su gran dependencia energética.

España:

En España se está realizando un esfuerzo significativo para promover la utilización de las energías renovables avanzadas, en parcial cumplimiento del Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1999. El consumidor eléctrico ve reflejado este esfuerzo en un sobrecoste del 3% en la tarifa actual, que se estima alcanzará el 6% en el 2010. El rápido desarrollo de la eólica, tecnología en la que ocupamos el segundo lugar del mundo en producción y en capacidad instalada, constituye el resultado más palpable del Plan. Los resultados son más modestos o decepcionantes en otras tecnologías, por debajo de lo previsto en el Plan, como es el caso de la minihidráulica a causa de demoras en los permisos administrativos, o de la fotovoltaica y la solar térmica para calefacción y agua sanitaria, que tienen todavía una presencia muy reducida, o de la solar térmica de alta temperatura, en la que nada nuevo se ha instalado. La biomasa, donde los cultivos no terminan de despegar en ausencia de políticas agroenergéticas para asegurar el suministro de biomasa a largo plazo, merece una mención aparte. Hay que tener en cuenta que el 63% del total de los objetivos energéticos del Plan deberían precisamente ser cubiertos con biomasa y que, sin embargo, cumplido ya el primer trienio de su puesta en marcha, dicha cobertura apenas alcanza el 2%. Lo anterior está demandando una enérgica acción correctora de las autoridades energéticas responsables del Plan.

Potencial

Las energías renovables tienen un potencial muy considerable y podrían, teóricamente, proveer un suministro casi ilimitado de energía relativamente limpia a escala local. Las estimaciones cuantitativas de este potencial difieren considerablemente, pues dependen en gran medida de futuros desarrollos tecnológicos que permitan reducir los costes y mejorar el aprovechamiento energético. Pero según el documento *World Energy Assessment* de las Naciones Unidas, que para muchos es la referencia más autorizada en la valoración de la actual situación energética, el potencial conjunto esperable de las energías renovables es más de 18 veces superior al consumo energético mundial en el año 2000, siendo la de mayor potencial la geotérmica (unas 12 veces, aunque otras estimaciones dan valores muy inferiores), seguida de la solar (4 veces, otras estimaciones dan valores muy superiores), eólica (1,5 veces), biomasa (0.6 veces) e hidroeléctrica (0,1 veces), dejando sin cuantificar el potencial de la energía de los océanos.

¿Por qué entonces este gran potencial no se traduce en una mayor participación en el suministro energético global? El motivo es que sus costes de producción son en general todavía demasiado altos para ser competitivos con los de las fuentes de producción tradicionales, dados los actuales precios de la energía, que no incluyen la valoración económica del impacto ambiental. Se necesita internalizar plenamente en los precios los costes medioambientales, -que no son en absoluto despreciables-, para que la viabilidad económica de estas tecnologías se reconozca. Actualmente en España se pagan unos 1150 M€ de primas por generación renovable, que suponen un sobrecoste del 7% en la tarifa.

Esta limitación de los mercados energéticos actuales debe, por tanto, ser compensada con mecanismos regulatorios específicos. Así, la Unión Europea

ha fijado como objetivo para el año 2010 el alcanzar una cuota para las energías renovables del 12% del consumo interior bruto de energía y del 22% del consumo de electricidad.

Xxx Por otra parte las renovables, -solas o apoyadas por otras tecnologías no renovables-, constituyen la mejor opción, -por económica y por menor impacto ambiental-, para proporcionar electricidad a muchas personas que aún no la tienen y que viven suficientemente alejados de las redes de distribución como para que la mejor solución sean suministros individuales aislados o bien mini-redes para un pequeño colectivo.

Para estas poblaciones dispersas y alejadas de las redes tradicionales se ha recomendado en diversos estudios que el enfoque prioritario sean las energías renovables (hidráulica, eólica, biomasa, etc.) situadas en el lugar de la demanda y apoyadas, según convenga, por energía de la red eléctrica más próxima, o por generadores diesel u otras fuentes energéticas locales. Hoy, frente al concepto de concentración de la generación de energía eléctrica, basado en la economía de escala, surge el concepto de generación distribuida, ubicada en el lugar del consumo, basada en nuevas tecnologías, y que puede ser económica al ahorrar las inversiones que requiere el transporte y la distribución. No hay una fórmula mágica y cada zona o comunidad requerirá una solución específica a este dilema, que en muchas ocasiones dará lugar a una solución híbrida.

Xxx caso Honduras: como es más caro dar electricidad a poblaciones alejadas que a las cercanas a la red, la práctica totalidad de los proyectos de electrificación realizados hasta la fecha son de conexión a la red principal <ver mis notas de Honduras>

Biomasa

Ritmo de fijación por fotosíntesis de carbono es de unos 14 Giga toneladas/año, en un proceso natural, que vuelven a la atmósfera en distintos horizontes temporales en igual cantidad, por respiración o por putrefacción del material vegetal. Si un tercio de lo anterior, a pesar de su enorme dispersión, pudiese utilizarse para fines energéticos, se dispondría de unos 3500 Mtep/año, que equivale al consumo de petróleo en el año 2000. Puede, por lo tanto, la biomasa jugar un papel importante en el medio plazo, pero su potencial como elemento fundamental de la solución de largo plazo no parece muy relevante.

Fotovoltaica

<xxx ver potencial en conjunto para la solar>

Solar

Hay en la Tierra unos 10 millones de metros cuadrados de muy alta insolación. Si se pudiera aprovechar el 10 % de esta energía con fines energéticos, se obtendría una potencia de 250 TW, más de 20 veces la potencia de consumo actual de energía primaria de la humanidad.

Puede hacerse uso de solar de alta temperatura, de baja temperatura o fotovoltaica.

Fotovoltaica: Se genera corriente eléctrica absorbiendo fotones solares de suficiente energía en materiales adecuados. El rendimiento de esta conversión es bajo (10%) aunque puede llegar al 30% con materiales especiales y bastante caros.

Alta temperatura: xxx.

Gran parte de las regiones de alta insolación están en desiertos, y habría problemas logísticos importantes de mantenimiento, evacuación de la energía, etc.

Importantes los temas de almacenamiento, incluida la producción de hidrógeno.

Hidráulica

Ahora la potencia mundial instalada es de 700 GW, con una producción de 2600 TWh, unos 600 Mtep. El potencial estimado sería de unos 8000 TWh, unos 1850 Mtep. Importante, pero no decisivo.

Eólica

España es el tercer país del mundo en potencia eólica instalada. En el 2002 eran 4800 MW, que para el 2010 pudieran convertirse en 10.000 MW o más, con una producción de 25 a 30 TWh <xxx verificar en Plan Infraestructuras>. Podría llegar, como mucho a un tercio de la producción total de electricidad del país. Por tanto es importante, pero no es una solución completa.

Además dificultades diversas: variabilidad (necesidad de garantizar la cobertura de otras formas), necesidad de almacenar.

Geotérmica

Xxx grandes discrepancias xxx Mucho potencial, pero escasas posibilidades de utilizarlo.

Otras: olas (70 km de frente para tener 1000 MW brutos; pero hay diversos métodos, aún poco probados), mareas. Escaso potencial real, al menos por el momento.

+++++

WWI State of the world 2003, p. 98 a 105: principales obstáculos y regulatory policies para promover el desarrollo de renovables.

Ver en general el cap. 5 de WWI, State of the world 2003. Además: p. 86: In Johannesburg, the EU & Brazil proposed the adoption of specific numerical targets for the use of new renewable energy worldwide. Strong opposition arose from the fossil fuel industry and from the governments of most oil-producing nations and major fossil fuel users such as China and the USA. The battle ended in a watered down, non numerical goal to increase renewable energy use. While the world is sharply divided on what kind of energy future must lie ahead, many nations now view renewable energy as a credible alternative to fossil fuels.

B). El desarrollo tecnológico.

Es muy generalizada la opinión de que la ciencia y la tecnología pueden sacarnos de cualquier atolladero. La verdad es que esto ha sido así en muchas ocasiones en la historia. Pero hay que reconocer que una confianza ciega ante la cuestión energética sería una postura irracional, -ciertamente contraria al principio de precaución, cuando tanto hay en juego-, sobre todo cuando no se proporcionan los medios adecuados para que la ciencia y la tecnología puedan realizar su cometido.

En general la mayor dificultad para hacer frente a los desafíos de la sostenibilidad no es la falta de capacidad tecnológica, sino la determinación de prioridades en la asignación de los recursos.

Es hora de dejar de preguntarnos hacia dónde nos llevará el nuevo orden tecnológico, -como si por sí solo condujera a alguna parte-, y por el contrario cuestionarnos el tipo de orden tecnológico que merece la pena construir. Es imprescindible revitalizar la discusión sobre la función social de la ciencia y la tecnología y conseguir una participación activa de los ciudadanos en la decisión de sus prioridades y en el control de sus resultados.

¿Qué contribuciones específicas puede hacer la tecnología a la sostenibilidad energética?

- Ahorro energético (Factor 4).
- Mejora de eficiencia en generación eléctrica y reducción de emisiones.
- I+D en renovables.
- Biocombustibles.
- Tecnología del hidrógeno. Pilas de combustible.
- Nuclear: transmutación, fusión.
- Geotérmica: perforación.
- Sistema artificial de fotosíntesis para producir hidrógeno a bajo coste.
- Tecnologías sencillas y robustas para generación distribuida a poblaciones dispersas.

Como estábamos hablando de la sostenibilidad a muy largo plazo, me centraré únicamente en una forma de energía no renovable pero sí casi inagotable: *la energía nuclear de fusión*:

- Si se parte de deuterio (agua pesada), hay enormes reservas: 34 gramos por metro cúbico de agua de mar, de donde se puede extraer energía equivalente a 200 toneladas de petróleo.
- Como hay 1.5×10^9 km³ de agua de mar, así que da para 32,000 millones de veces la demanda energética del 2000. Unas 300 millones de veces las reservas totales de combustibles fósiles en tep equivalentes. Daría de sobra para los 1000 millones de años máximo de vida posible sobre la Tierra.

- OJO, es calentamiento artificial del planeta. Un consumo de algo más de 200 veces el del año 2002 conlleva a un aumento de 1 grado Celsius. Y mil veces el consumo de 2002 implica un aumento de 5 grados (todo muy crudo).
- Se produce tritio, con 12 años de vida media. <verificar>

Y también en un problema grave ya existente: la transmutación de los residuos de alta actividad y larga vida útil de los procesos de fisión.

C) Patrones de consumo y ahorro energético

A pesar de las mejoras que ha experimentado la eficiencia energética, particularmente en los países más desarrollados, todavía queda un amplio margen para lograr una reducción adicional de la energía consumida por unidad de producto interior bruto. Se estima en un 30% la energía que por término medio se malgasta por el uso ineficiente en casas, edificios, empresas y vehículos. La cantidad de energía primaria requerida para un servicio dado puede ser reducida, en forma rentable, entre un 25 y un 35% en los países industrializados. El ahorro puede llegar al 45% en los países menos desarrollados.

El modelo energético de aumento del consumo de energía y de hidrocarburos que ha sido adoptado por los países más desarrollados nos está conduciendo a un callejón sin salida. Pero éste es también el modelo al que aspiran legítimamente los países pobres para su desarrollo, lo que agravaría el problema global de sostenibilidad, en particular en lo referente al cambio climático. Reflexionemos sobre el hecho de que el 92% de la población mundial no tiene coche. Y que mientras en los EEUU y en la Unión Europea hay un coche por cada 1,8 y 2,8 habitantes respectivamente, en África la proporción es de un coche por 110 habitantes y en China de uno por cada 1375 habitantes. La contribución del transporte al crecimiento del CO₂ en los países de la OCDE es aproximadamente de un 33%, además de su importante contribución a las emisiones contaminantes. Claramente nuestro modelo de desarrollo del transporte no es sostenible.

La gran dificultad a la que se enfrenta una estrategia de ahorro energético es que implica una verdadera *transición cultural*, con los consiguientes cambios de organización y comportamiento.

D. Medidas económicas y regulatorias.

Como acabamos de ver, buena parte de las técnicas necesarias para lograr incrementos de eficiencia y reducción de impacto ambiental fundamentalmente ya existen, y las fuentes de energía renovables están disponibles para aumentar su contribución al suministro energético. Teóricamente, al mercado correspondería transmitir las señales económicas que fomenten el ahorro y la innovación tecnológica para el desarrollo de procesos que sean menos intensivos en energía, así como para rentabilizar las inversiones en fuentes renovables. Sin embargo, el mercado y los precios de la energía tienen limitaciones para trasladar a los agentes las señales más adecuadas para una asignación y utilización óptima de los recursos.

La tarea más relevante que los individuos y las instituciones pueden realizar es contribuir a crear presión social a favor de la sostenibilidad energética. En efecto, esta presión es la que acaba por conseguir que se incluyan los temas verdaderamente importantes, con los enfoques adecuados, en las agendas de los grandes foros y de los gobiernos, que ya sabemos que cuando actúan suelen hacerlo a instancias de la opinión pública que les sustenta. Pero esta presión social es impensable si la mayoría de la sociedad no toma conciencia de su necesidad.

E. Educación y concienciación.

He tratado de mostrar a lo largo de la exposición que las soluciones al desafío de la sostenibilidad energética no pueden ser diseñadas sin una clara conciencia de las numerosas y complejas implicaciones sociales, económicas y medioambientales del uso de la energía, que han ido pasando progresivamente del nivel local, al regional y global. Afirma el Consejo Mundial de la Energía que “sin una aceptación y comprensión ampliamente extendidas de estas implicaciones por los pueblos del mundo, no es fácil ver cómo los gobiernos nacionales o las organizaciones internacionales estarán en condiciones de formular e implantar los marcos económicos, legales, regulatorios y administrativos que se requieren para devolver al mundo a un sendero de sostenibilidad”.

¿Qué perspectivas de futuro se abren? ¿Qué puede pasar? ¿Qué se puede hacer?

La Vicepresidenta de la Comisión Europea, Loyola de Palacio, (no es una de mis citas favoritas) nos advertía no hace mucho de que “en breve deberán tomarse importantes decisiones políticas para garantizar que nuestro abastecimiento y nuestro consumo de energía sean más seguros y más respetuosos con el medio ambiente” y nos animaba a participar en el debate sobre la energía iniciado ya hace tiempo por la Comisión por medio de un Libro Verde. Y es verdad, hay que tomar decisiones y, según las que tomemos, el futuro será diferente, al menos a medio plazo.

En su informe “Living in one world”, el Consejo Mundial de la Energía (CME) describe lo que podría ser la situación del mundo en el año 2050 si persistiese la actual falta de liderazgo y voluntad política para hacer frente a los grandes desafíos de la Humanidad en materia de energía, agua, sanidad, contaminantes químicos y reducción de la pobreza, y por una concentración de los esfuerzos exclusivamente en intereses estrechos y cortoplacistas. El escenario que nos muestra el CME está gravemente deteriorado en sólo 50 años, caracterizado por un escaso crecimiento de la población mundial – asediada por el hambre y las enfermedades en las tres cuartas partes que habitarían los países empobrecidos-, una agricultura limitada por las sequías, la salinidad y la contaminación química del agua, un aumento espectacular en el volumen del transporte privado al extenderse gradualmente el modelo de los países desarrollados al resto del mundo, un fracaso por falta de apoyo real en el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países en desarrollo con el consiguiente aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero

y de la lluvia ácida, una industria nuclear que no ha resuelto sus problemas y sigue sin ser aceptada por la opinión pública, un cambio climático fuera de control por falta de acuerdo en aplicar las drásticas medidas que hubiesen sido necesarias pero que hubiesen afectado en el corto plazo a la economía o al estilo de vida y un clima de asedio y de inseguridad ciudadana en los países desarrollados que tratarían de limitar por cualquier medio el movimiento migratorio del resto de la población mundial.

Pero el Consejo Mundial de la Energía presenta también la alternativa opuesta, que se apoya en las oportunidades tecnológicas disponibles y en la posibilidad de un liderazgo correctamente dirigido a resolver los verdaderos problemas existentes. Existen también, en efecto, motivos de peso para el optimismo:

- hay reservas y recursos energéticos suficientes para permitir un cierto periodo de reflexión sobre las mejores opciones,
- el potencial de las fuentes renovables de energía es muy grande,
- hay un amplio margen para aumentar la eficiencia de los procesos y ahorrar energía,
- hay muchas innovaciones tecnológicas todavía insuficientemente exploradas que pueden reducir o compensar los impactos ambientales
- y se advierte una mayor concienciación respecto al problema energético en los individuos, las empresas y las instituciones.

Xxx resultados proyecto EURENDEL xxx

Final

Está faltando desde hace tiempo un serio debate en la sociedad española, a todos los niveles, sobre la sostenibilidad de nuestro modelo energético y las implicaciones que esto tiene sobre las decisiones políticas y sobre los ciudadanos individualmente. Es un debate necesario. No sólo en España, sino en el ámbito europeo y también mundial.

¿Qué elementos básicos deben formar parte del debate?

La seguridad y la calidad de nuestro abastecimiento energético son sin duda preocupaciones legítimas, pero esta visión de la problemática de la energía está excesivamente centrada en nuestras necesidades a corto y medio plazo. Hemos de evitar el contemplar el problema de la energía desde una perspectiva local, -España y los países de nuestro entorno-, y cortoplacista, -ahora y el futuro más inmediato-. Un planteamiento realista y profundo de la cuestión energética:

- tiene que integrar en él que un tercio de la humanidad carece hoy de suministro eléctrico y de cualquier otra forma avanzada de energía,
- tiene que contemplar la seguridad de abastecimiento para las generaciones futuras

- y tiene que ser consciente de las consecuencias del impacto medioambiental que la producción y el consumo de energía están ocasionando en el planeta que legaremos a nuestros descendientes.

En mi opinión no hay una clara receta que nos dé la solución al nudo gordiano energético en el que estamos metidos. Pero he indicado algunos elementos claves:

- Detener la visión irresponsable, cortoplacista, derrochadora de energía y de valiosos recursos energéticos. Cambio de mentalidad que vaya calando en nuestra sociedad.
- Ir aplicando las líneas parciales de solución a nuestro alcance:
 - Ahorro energético: nos permite ganar tiempo y es parte fundamental de la solución de largo plazo.
 - Promoción de fuentes renovables de energía, como ingrediente clave de la solución final.
 - I+D en tecnologías prometedoras y en arreglar los graves problemas de algunas de las actuales.
 - Apoyo solidario con el tercio de la humanidad que ni siquiera tiene acceso a las formas modernas de energía.

Las siguientes palabras de Federico Mayor Zaragoza sitúan en su justo punto el compromiso moral que supone el conocimiento de los impactos medioambientales que acabamos de comentar: “Por primera vez en la historia de la humanidad, la conciencia de la globalidad y del impacto de nuestras acciones nos obliga a proceder de tal modo que se eviten efectos irreversibles ... que podrían limitar o anular en nuestros descendientes el pleno ejercicio de sus derechos. Es pues el criterio de irreversibilidad, de alcanzar puntos de no retorno, el que exige moralmente la adopción de decisiones a tiempo, antes de que sea demasiado tarde para corregir las tendencias que podrían desembocar, en caso contrario, en alteraciones incontrolables. Para conseguirlo, es menester avizorar, anticiparse y prevenir. En nuestro tiempo, prevenir no es tan solo una posibilidad, sino una obligación ineludible y un imperativo ético. Hay que asegurar los derechos de las generaciones futuras o, si se quiere, los deberes de las presentes generaciones para con quienes vienen a un paso de nosotros, con quienes no han llegado todavía”.