

# El papel de las energías renovables en la política energética nacional

*Rigoberto García Ochoa\**

**L**as energías alternativas, como es el caso de las energías renovables, pueden desempeñar un papel importante para el desarrollo sustentable del país, desarrollo que debe conjuntar aspiraciones legítimas de desarrollo económico con sus correspondientes impactos ambientales, que en el tema energético se ejemplifican icónicamente con el problema del calentamiento global. No hay que olvidar que los procesos de producción y consumo de energía son una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, debido a la importancia que tienen los recursos fósiles en la producción de energía. Es así que las energías renovables, al ser energías limpias que no emiten contaminantes a la atmósfera, representan una de las principales alternativas a esta problemática ambiental de carácter global.

El aprovechamiento de energías renovables puede ser sin duda una opción adecuada para el logro de estos objetivos; sin embargo, existen algunas ideas que desde la perspectiva de este trabajo es necesario comentar y analizar críticamente, con el objetivo de aportar, aunque sea en una mínima parte, mayor conocimiento en la compleja relación entre energía, desarrollo y medio ambiente en México.

*Palabras clave:* política energética, energías renovables, sustentabilidad energética.

\* Candidato a doctor en Estudios Urbanos y Ambientales por el Colegio de México, maestro en Ciencias Sociales con especialidad en Estudios Urbanos y Ambientales por el Colegio de Sonora e ingeniero electricista por el Instituto Tecnológico. Sus líneas de investigación son la energía y medio ambiente, la sustentabilidad urbana y los estilos de vida y su impacto ambiental. Correo electrónico: rgarcia@colmex.mx

*The role at renewable energies in the national energy policy*

**T**he development of sources of new alternative energies as renewable ones, is one of the areas in which governments across the world are promoting to tackle, between others, the problem of climate change. In this article I propose that policies have not been successful in the last few years, among other reasons because policies promoting efficiency are mixed with those promoting renewable energies. I suggest that there exist a number of barriers that hinder the implementation of new technologies, among those are technological, economic, financial, and importantly cultural as incumbent actors in the market see their business in danger, for instance, the electricity industry. All these problems become relevant when discussing the complex relation between energy, development and environment in Mexico.

*Keywords:* energy policy, renewable energies, energy sustainability.

**Introducción**

**E**n fecha reciente, el Partido Verde Ecologista de México (PVEM) presentó ante el Congreso de la Unión una iniciativa de ley denominada Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables,<sup>1</sup> cuyo objetivo principal es regular y fomentar el aprovechamiento de este tipo de energías, estableciendo mecanismos de participación de los sectores público y privado en la generación y venta de energía eléctrica. El análisis de esta iniciativa resulta de gran importancia en el contexto nacional que se vive en la actualidad, caracterizado por un intenso debate de la propuesta de reforma energética presentada por el Ejecutivo federal ante el Congreso de la Unión, criticada por un importante sector de la sociedad mexicana por carecer, según sus argumentos, de un enfoque integral que permita tener una visión hacia el futuro a mediano y largo plazo. Un ejemplo de esta falta de visión, reconocida casi unánimemente por diversos sectores de la sociedad, es que no se reconoce en dicho proyecto de reforma el papel que pueden desempeñar las energías renovables en la política energética nacional.

<sup>1</sup> Iniciativa de ley presentada el 13 de agosto de 2008 ante el Congreso de la Unión.

En este sentido, el PVEM ha decidido impulsar de manera particular las energías renovables en México, visión que parece estar de acuerdo con un estudio publicado por Naciones Unidas, en el cual se menciona que la eficiencia energética y las energías renovables tienen un gran potencial de desarrollo en América Latina; sin embargo, a pesar de que este tema ha estado en la agenda política de la región por más de dos décadas, los resultados no han sido los esperados. Una de las conclusiones principales de este trabajo es que proponen separar las políticas de uso eficiente de las políticas de energías renovables, ya que sus campos de acción presentan características tecnológicas e impactos socioeconómicos muy diferentes. En el caso particular de las energías renovables, existen barreras económicas, financieras, tecnológicas, e incluso culturales, que han hecho difícil su penetración en el mercado; situación que se agrava con el hecho de que el uso de este tipo de energías implica la sustitución de fuentes convencionales, con lo cual se afectan fuertes intereses económicos, caso concreto de las compañías generadoras de electricidad (Altomonte, Coviello y Lutz, 2003, 65).

Al tocar exclusivamente el aprovechamiento de las energías renovables, la iniciativa analizada reconoce entonces que es necesario desarrollar estrategias específicas para lograr una mayor participación de este tipo de energías en la oferta energética nacional. Por ejemplo, se propone elaborar una metodología para evaluar las ventajas económicas que representa la estabilidad de precios en el largo plazo, de las tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables. Este planteamiento está apoyado en la idea de que en el mediano y largo plazo, los precios del petróleo y otros recursos fósiles seguirán presentando una tendencia inestable, pero siempre a la alza; con lo cual las energías renovables podrán alcanzar una factibilidad económica que les permitirá una mayor participación en el mercado energético.

Otra propuesta interesante de esta iniciativa es la creación de un Fideicomiso para el Aprovechamiento de Energías Renovables, con el fin de fomentar el uso de este tipo de energías, compensando de alguna manera los diferenciales económicos que propician en la mayoría de las veces que este tipo de proyectos no alcancen una factibilidad adecuada. Los recursos de este fideicomiso se destinarían específica-

mente a tres fondos: interconexión e infraestructura; electrificación rural; investigación y desarrollo tecnológico.

Se plantea también la implementación de políticas que fomenten la participación de la industria nacional en la fabricación de equipos y componentes que aprovechen las energías renovables, estableciendo porcentajes mínimos de integración nacional en las diferentes tecnologías. Este punto prevé un mayor desarrollo de la industria de las tecnologías renovables, por lo cual sería necesario lograr encadenamientos productivos entre los diversos sectores nacionales para alcanzar un desarrollo económico más equitativo, así como mayores empleos.

Es necesario precisar que, más que comentar las divergencias y convergencias que puedan existir en estos planteamientos, así como en otros que tienen que ver con ámbitos más específicos como coordinación institucional, establecimiento de normas y especificaciones técnicas, y aspectos de orden constitucional, este trabajo se propone realizar algunas reflexiones acerca de las implicaciones económicas, sociales y ambientales que encierra una realidad tan compleja como lo es el papel de la energía en el desarrollo sustentable de cualquier país.

El punto de partida es celebrar que se presenten iniciativas de esta naturaleza, ya que el contexto global en materia de energía y medio ambiente obliga a todos los países a buscar estrategias de desarrollo con base en dos premisas: la primera, alcanzar una seguridad e independencia energética que les permita planear su desarrollo económico y social; la segunda, encontrar alternativas para reducir el problema del calentamiento global, ya que como se comentó en líneas anteriores, los procesos de producción y consumo de energía son una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Prospectivas de los combustibles fósiles**

Uno de los supuestos principales que se develan en la lectura de la LAER,<sup>2</sup> es que las energías renovables tendrán en el futuro, a mediano

<sup>2</sup> En lo subsecuente se utilizará la abreviación LAER para referirse a la iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables en México.

y largo plazo, una mayor oportunidad de participación en el mercado energético nacional debido a la inestabilidad de precios (pero siempre con una tendencia a la alza) que experimentarán los recursos fósiles, principalmente el petróleo y el gas natural. El hecho que se proponga en la LAER una metodología que evalúe las ventajas económicas que representa la estabilidad de precios en el largo plazo de las tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, descansa precisamente en este supuesto.

El sustento de este argumento es que las reservas de hidrocarburos que todavía son económicamente factibles de explotarse están llegando a su fin, por lo que la escasez de estos recursos, aunado a la creciente demanda que implica el crecimiento económico del mundo desarrollado, y de algunos países en vías de desarrollo que están creciendo de manera significativa como es el caso de China e India, provocarán un aumento sostenido en los precios internaciones de estos recursos.

Resulta muy fácil en la actualidad tener una visión acrítica de estos argumentos, ya que el aumento exponencial en los precios internacionales del petróleo de los últimos años, que superaron significativamente la barrera de los 100 dólares por barril, aunque temporalmente debido a la crisis desatada en el sector habitacional, creó el escenario propicio para que las energías renovables alcancen precios de generación que sean competitivos con las energías tradicionales.

Al respecto, si se observan las tendencias estimadas por la Administración de Información de Energía (EIA, por sus siglas en inglés) (2008) que se muestran en la Gráfica 1, se podrá notar que existen dos escenarios en los precios del petróleo. Por un lado, la línea de referencia predice que si bien es cierto que en 2008 se alcanza el valor máximo de poco más de 100 dólares por barril, es a partir de este año que inicia un declive pronunciado hasta 2010, para posteriormente seguir una tendencia a la baja aunque menos pronunciada que alcanza su valor mínimo de 68.5 dólares en 2016; a partir de este año se inicia una tendencia a la alza que alcanza los 185.7 dólares por barril en 2030. Por el otro, la línea que marca un escenario de altos precios del petróleo sigue una tendencia muy parecida al escenario de referencia hasta 2010, donde se observa el valor mínimo de 85.7 dólares, cambiando a partir de ese año hacia una tendencia que sigue en aumento

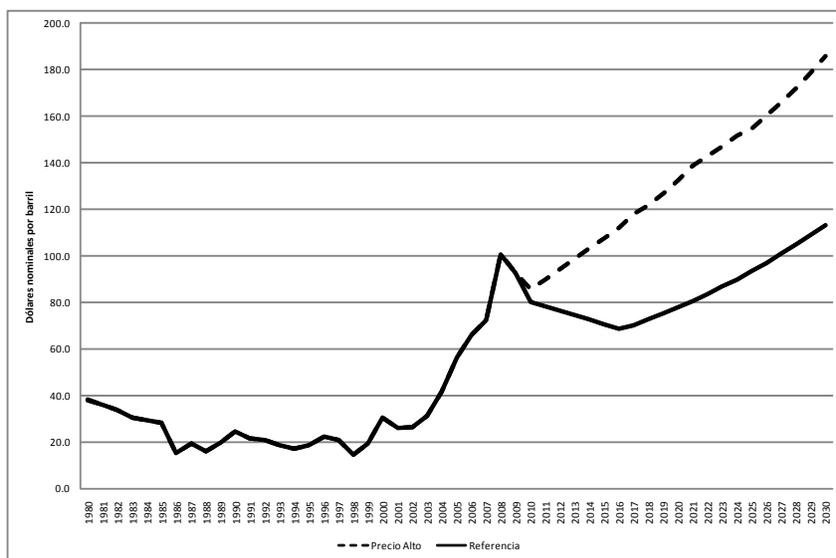
en prácticamente todos los años hasta 2030, alcanzando así un valor máximo de 185.7 dólares.

Ambos escenarios dejan ver entonces que efectivamente a mediano plazo los precios del barril de petróleo seguirán una tendencia a la alza; sin embargo, como toda prospectiva, existe la posibilidad de que ciertos factores puedan cambiar este curso. En el caso específico del sector energético, el desarrollo e innovación tecnológica, así como la situación económica y geopolítica mundial, pueden marcar un contexto caracterizado por una gran incertidumbre en el conocimiento real de las reservas y precios de los hidrocarburos.

Una breve pero bien documentada exposición de este tema es la que realizan los autores Ullán y Pérez (2005), donde hablan precisamente de una falta de información veraz en el tema del petróleo a escala global, lo cual crea una situación de incertidumbre que hace imposible saber a ciencia cierta las perspectivas en materia de este recurso. Estos autores hacen una interesante clasificación de diversos científicos y especialistas en el tema energético, con base en su posición o perspectiva acerca de la disponibilidad o no del petróleo y, por tanto, de su papel en la futura oferta energética mundial. Mencionan críticamente que estas posturas se encuentran ubicadas en una especie de “onanismo intelectual”, donde no existe una verificación o prueba de triangulación de datos que permita establecer un criterio de comparación adecuado (Ullán y Pérez, 2005, 143). La idea principal en este punto es que existen dos grandes grupos, los utópicos y los moderados, los cuales se dividen a su vez en los que piensan que el petróleo seguirá siendo el recurso energético principal, y los que defienden una mayor participación de fuentes alternativas de energía.

Por ejemplo, los utópicos del petróleo creen que existe un horizonte temporal de aprovechamiento de este recurso lo suficientemente grande que hace inviable pensar en la posibilidad de fuentes alternas de energía. Afirman, según estos autores, que los datos de las fuentes de hidrocarburos están manipulados especialmente por los países de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), con la intención de restringir la producción y distribución de este recurso, manteniendo así un precio más elevado de lo que se daría en condiciones

Gráfica 1. Dos escenarios en los precios mundiales del petróleo



Fuente: Elaboración realizada con datos de la EIA (2008).

normales, es decir, si se conocieran los datos reales de las reservas internacionales (Ullán y Pérez, 2005, 145).<sup>3</sup>

La contraparte estaría representada por los utópicos de las energías renovables, quienes argumentan que ya es factible técnica y económicamente el uso de este tipo de energías, por lo que sólo hace falta voluntad política para emprender acciones encaminadas a una transición energética hacia las energías renovables, con lo cual se disminuirían las fuertes inequidades económicas y sociales entre el mundo desarrollado y no desarrollado, ya que las energías renovables serían de fácil acceso, inagotables y económicamente viables, además que se enfrentaría de manera radical el problema del calentamiento global.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Algunos de los principales defensores de esta visión, como lo mencionan Ullán de la Rosa y Pérez Raposo, son Adelman (1993) y Bradley (1999).

<sup>4</sup> Entre los principales representantes de esta corriente se encuentran Turner (1999) y Kazmerski (2002).

Los moderados, por su parte, sean éstos realistas o pesimistas en cuanto a la importancia del petróleo o de las energías renovables, coinciden en pronosticar una transición energética hacia las energías renovables, pero con premisas distintas. Los moderados realistas ponen como principal determinante los problemas ambientales derivados de los patrones de producción y consumo de energía, caracterizados con una alta participación de recursos fósiles. A escala mundial esta participación alcanza poco más de 86% (EIA, 2008), mientras que en el caso de México 90% del total de energía primaria proviene de recursos fósiles (SENER, 2007, 16). Esta situación ha provocado que en el periodo 1980-2005 las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema y consumo de combustibles fósiles haya pasado de 18 330 a 28 192 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> a escala global, es decir, se ha producido un aumento de 53.8% en dicho periodo (EIA, 2008).

En el caso de los moderados pesimistas, la propuesta de una transición energética hacia energías alternativas se basa en el análisis de lo que llaman *peak oil*, es decir, el punto de declinación en la producción de petróleo, hecho que predijo King Hubbert hace más de 50 años. Lo interesante de los estudios realizados desde esta perspectiva en los últimos años (Campbell, 2002; Maxwell, 2002), es que el declive no ocurre de manera inmediata, más bien se presenta un periodo relativamente largo e irregular, en el que la producción se estabiliza en determinados rangos de valores.<sup>5</sup>

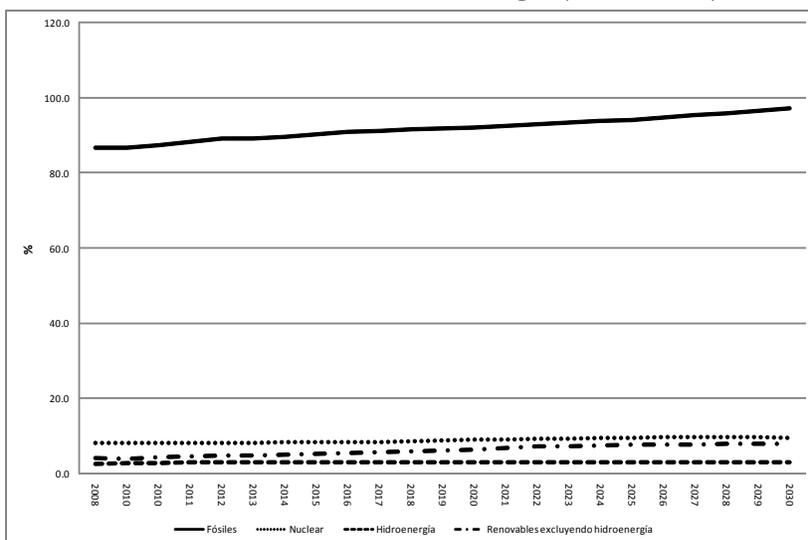
En resumen, Ullán de la Rosa y Pérez Raposo (2005) mencionan en su trabajo que no existe veracidad y conocimiento confiable sobre las reservas mundiales de hidrocarburos. El escenario de recesión económica mundial, como hemos visto muy recientemente, complica la visión optimista del futuro inmediato. Ante esta situación, parece difícil conocer retos que guardarán las energías renovables en la oferta energética mundial a mediano y largo plazo, ya que no se podría establecer un marco de referencia que permita evaluar, como lo plantea la iniciativa

<sup>5</sup> Ullán de la Rosa y Pérez Raposo mencionan que el declive no se presenta gráficamente como una curva de Gauss, sino más bien como una especie de meseta irregular en un periodo relativamente largo. Estos estudios provienen de una red de centros de investigación como la Assotiation for the Study of Peak Oil (ASPO), el King Hubbert Center for Petroleum Supply Studies de la Escuela de Minas de la Universidad de Colorado, o el Oil Depletion Analysis Center en Londres (2005, 148).

de la LAER, las ventajas económicas de la estabilidad de precios en el futuro de las tecnologías que aprovechan las energías renovables.

Por otra parte, si se observan las perspectivas energéticas a mediano plazo presentadas por la EIA (2008), se podrá comprobar que no se espera un aumento significativo de las energías renovables en la oferta energética mundial (Gráfica 2). Nótese cómo la participación de los recursos fósiles, desde esta perspectiva, lejos de disminuir experimentarán un aumento, pasando de 40.3 a 44% del consumo total de energía en el periodo 2008-2030. En el caso de la energía nuclear y la hidroenergía su participación permanece prácticamente sin cambios, con un ligero aumento de 1.2 y 0.3% respectivamente, mientras que las energías renovables pasan de 4.3 a 8% del consumo total de energía en el mismo periodo.<sup>6</sup> Se puede observar entonces que a mediano plazo no existen cambios significativos en la participación de las diferentes formas de energía en el consumo total.

Gráfica 2. Participación (%) por tipo de combustible en el consumo mundial de energía (2008-2030)



Fuente: elaboración realizada con datos de la EIA (2008).

<sup>6</sup> Las energías renovables, según esta clasificación, no incluyen la hidroenergía, por lo que estaría conformado por energía solar y eólica.

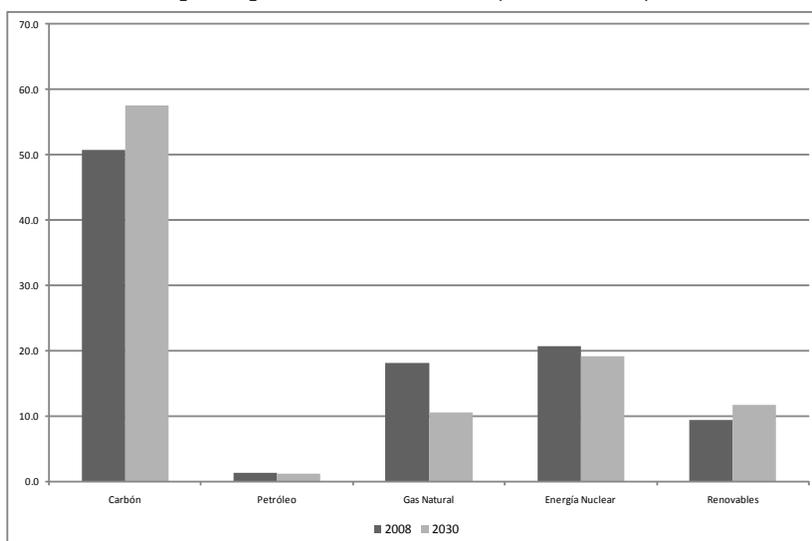
Ahora bien, si se analiza la participación que tendrán los diferentes combustibles en la generación de electricidad, tema directamente relacionado con los objetivos de la iniciativa de LAER, se podrá comprobar también que no se espera un cambio significativo entre los diferentes combustibles que permita suponer una transición energética hacia fuentes renovables (Gráfica 3), ya que las energías renovables, incluyendo la generación hidroeléctrica, pasará de 9.3% en 2008 a sólo 11.6% en 2030.

Algo que llama la atención en este punto, además del poco aumento en la participación de generación eléctrica a mediano plazo de las energías renovables es el aumento en la participación del carbón, pasando de 51 a 58% en el periodo 2008-2030. Esta situación parece contradictoria en un escenario marcado por la necesidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por el problema del calentamiento global, ya que es precisamente el carbón el combustible con mayor factor de emisión de todos los utilizados para generar energía eléctrica.<sup>7</sup>

La razón de esto puede explicarse a que algunos países desarrollados, los cuales tienen abundantes reservas de carbón, están pensando precisamente que este recurso podrá satisfacer la futura demanda de energía. No es fortuito que la Asociación Asia Pacífico (AP6), acuerdo impulsado por Estados Unidos y Australia en 2005, y puesto en marcha a partir de 2006 con el apoyo de Japón, China, India y Corea del Sur, apoye esta visión. Esta asociación tiene como uno de sus objetivos principales impulsar el desarrollo e investigación en tecnología de bajas emisiones en la producción de energía con carbón, con lo cual se disminuiría significativamente el problema

<sup>7</sup> El factor de emisión se define como las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de energía generada. Como los procesos de generación de energía eléctrica emiten casi en su totalidad CO<sub>2</sub>, es precisamente este gas el que se analiza en este tema. Tomando los datos de EPA 42 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (2001), así como los datos históricos de los balances de energía (SEMIP, 1991-2005) y SENER (2006-2007), García (2008) calculó los factores de emisión correspondientes de los diferentes combustibles fósiles empleados en la generación de energía eléctrica en México. Los valores promedio calculados en el periodo 1990-2006, expresados en toneladas de CO<sub>2</sub> por Gigawatt/hora generado son: carbón, 1 242; combustóleo, 771; gas natural, 509. Nótese entonces la diferencia que existe entre los factores de emisión de los diferentes combustibles.

Gráfica 3. Generación de electricidad (%)  
por tipo de combustible (2008-2030)



Fuente: elaboración realizada con datos de la EIA (2008).

de las emisiones de CO<sub>2</sub> que trae consigo la tecnología de generación actual.<sup>8</sup>

En el Cuadro 1 se muestran las reservas totales de carbón de los cinco principales países, así como del resto del mundo. Nótese cómo cuatro de los países que conforman la AP6 se encuentran en esta lista, observándose entonces que, si bien es cierto que sólo son seis países los que conforman esta asociación, la importancia de sus economías, población e impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub> la convierten en una estrategia sin duda importante para el futuro energético mundial.

Aunado a esto, si se recuerda que uno de los objetivos del Protocolo de Kyoto para los países desarrollados es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990, y que este objetivo fue rechazado precisamente por Estados Unidos y Australia,

<sup>8</sup> Otra posibilidad tecnológica que no es abordada en este trabajo es la producción de electricidad con hidrógeno, lo cual significaría un cambio paradigmático en los sistemas de producción y distribución de energía eléctrica; sin embargo, todavía está lejos de convertirse en una alternativa técnica y económicamente factible.

Cuadro 1. Reservas mundiales de carbón en 2005  
(Millones de toneladas)

<i>País</i>	<i>Ranking</i>	<i>Reservas (Mton)</i>
Estados Unidos	1	270 718
Rusia	2	173 074
China	3	126 215
India	4	101 903
Australia	5	86 531
Resto del mundo		242 471
Total mundial		1 000 912

Fuente: IEA (2006).

argumentando que no tenía sentido establecer un esfuerzo de esta naturaleza si países en vías de desarrollo como China e India no se comprometen también en este esfuerzo global, parece viable pensar que efectivamente vendrá una nueva época del carbón.<sup>9</sup>

Este es el escenario global en materia de energía que se está viviendo en la actualidad, escenario que sin duda marcará en muchos sentidos el papel de las energías renovables en el mediano y largo plazo, ya que intervienen factores económicos y geopolíticos que afectan a todos los países, incluyendo a México. Es verdad que se espera un ligero aumento en la participación de las energías renovables en la oferta energética mundial, sin embargo este aumento no es lo suficientemente significativo para pensar en una transición energética donde la estabilidad de precios sea un factor determinante para impulsar usos más intensivos de tecnologías que aprovechen las energías renovables.

Todo parece indicar que el desarrollo e innovación en tecnologías de bajas emisiones aplicadas a la generación de electricidad con recursos fósiles, principalmente el carbón, tendrá un papel determinante en el mediano y largo plazo. No se niega la importancia de las energías renovables en este contexto, pero si realmente se desea implementar una política energética integral que apoye el desarrollo sustentable de México, sería prudente agregar este punto en la agenda política nacional.

<sup>9</sup> Estados Unidos es el principal emisor de CO<sub>2</sub> en el mundo por la quema y consumo de recursos fósiles, con 22.2% de las emisiones totales; China ocupa el segundo lugar en emisiones con 18.9%, e India por su parte ocupa el quinto lugar con 4.1% del total.

## La hidroenergía tradicional y la energía nuclear

La iniciativa de LAER hace una clara definición de lo que son las energías renovables, mencionando que son “aquellas cuya fuente de obtención es capaz de regenerarse naturalmente, por lo cual se encuentran disponibles de manera periódica, frente a las energías no renovables que al ser consumidas no pueden sustituirse o tienen periodos de regeneración muy largos”. Consideran como energías renovables las siguientes:

- a) El viento.
- b) La radiación solar directa, en todas sus formas.
- c) El movimiento del agua en cauces naturales o artificiales, con capacidades de generación de hasta 10 megawatts (MW).
- d) La energía oceánica en sus distintas formas: maremotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal.
- e) El calor de los yacimientos geotérmicos.

Se observa claramente que en el tema de la energía hidroeléctrica excluyen todo proyecto que tenga una capacidad de generación mayor de 10 MW (megawatts), al considerarlo que afecta significativamente al medio ambiente. Este tema es de vital importancia en el caso mexicano, ya que la participación de las energías renovables bajo este criterio significa en la actualidad solamente 6.2% del total de energía eléctrica generada, mientras que la energía hidroeléctrica tradicional representa 16.9% (SENER, 2008, 66).<sup>10</sup> Es necesario comentar entonces que la definición de energías renovables propuesta en la LAER puede sin duda ser positiva para fomentar el uso de energías que tradicionalmente no son aprovechadas en México, como la solar y la eólica; sin embargo, si se toman en cuenta las ideas comentadas en la sección anterior en cuanto a las perspectivas de participación de los recursos fósiles, pa-

<sup>10</sup> Si se analiza el total de energía primaria en México con la clasificación propuesta en la iniciativa de LAER, las energías renovables participan con 3.1% del total, valor que aumenta a 3.5% si se toma en cuenta la hidroenergía tradicional (SENER, 2008, 58).

rece muy difícil que este tipo de energías sean una parte importante de la generación eléctrica nacional.

Señalar que los proyectos hidroeléctricos con capacidades de generación mayores a 10 MW causan un impacto ambiental significativamente mayor que los proyectos con capacidades de generación menores a esa cifra, caerá siempre en posiciones subjetivas muy difíciles de evaluar y medir. Al final de cuentas, la relación dialéctica entre sociedad y naturaleza provoca siempre que toda acción humana cause un impacto ambiental, es cierto que con diferentes magnitudes, pero al fin y al cabo imposible de evaluar, por lo menos hasta ahora. Lo importante aquí sería discutir hasta qué punto sería necesario considerar en esta iniciativa los proyectos hidroeléctricos tradicionales con el fin de integrar objetivos económicos y ambientales para el desarrollo sustentable de México.

Otro punto que tiene que ver con esta discusión, y que desde la perspectiva de este trabajo puede ser de gran importancia para el desarrollo energético nacional, es el veto a la energía nuclear. Si bien es cierto que este tipo de energía no es renovable, también es verdad que sus costos de generación, así como el hecho de no generar gases de efecto invernadero, la convierten en una opción sumamente atractiva que debería ser tomada en cuenta si verdaderamente se quiere pensar en una política energética integral.

Cuando se toca el tema de la energía nuclear, invariablemente aparece en el imaginario social la trágica escena de Chernobyl de mediados de la década de 1980. La posibilidad de un accidente de esta naturaleza resulta el argumento más convincente para impedir que este tipo de energía sea considerada de manera seria en el contexto nacional, a pesar que desde 1990 ha operado con éxito la planta de Laguna Verde ubicada en el estado de Veracruz; que existen en la actualidad 443 reactores operando en el mundo con una capacidad de casi 365 gigawatts (GW); y que en países como Francia, Bélgica, Suecia, Alemania y España, el porcentaje de generación eléctrica con este tipo de energía es 80, 56, 48 y 30% respectivamente.<sup>11</sup>

Explicar las características técnicas de los reactores nucleares que ocasionaron el desastre en Chernobyl escapa a los objetivos de

<sup>11</sup> Datos calculados con base en la EIA (2008).

este trabajo, basta decir, como bien lo explica Velarde, que siempre se supo que la generación eléctrica con este tipo de reactores no era segura. Sin embargo, tenían una característica que los hacía indispensables, eran sumamente eficientes para producir plutonio altamente enriquecido,<sup>12</sup> plutonio empleado en las bombas atómicas (Velarde, 2007, 2).

La guerra fría representó el escenario adecuado para la fabricación de este tipo de reactores ante la necesidad de obtener plutonio de tales características para el armamento nuclear. Estados Unidos, como comenta este mismo autor, desmanteló todos los reactores que había fabricado de este tipo cuando obtuvo el plutonio que necesitaba para la fabricación de sus armas nucleares, pero la antigua URSS los siguió utilizando para generar electricidad, a pesar de que en 1986 ya había producido plutonio para la mayoría de sus cabezas nucleares.

La cuestión aquí es resaltar que efectivamente este tipo de reactores son peligrosos si se diseñan para generar energía eléctrica, pero esta situación sería prácticamente imposible en cualquier país democrático (Velarde, 2007, 2).<sup>13</sup> Las condiciones actuales son muy diferentes, ya que los reactores nucleares para generar energía eléctrica son sumamente seguros en su operación, además que existen soluciones técnicas para el almacenamiento de residuos radioactivos, y se están desarrollando nuevas tecnologías que pueden eliminar el problema de los residuos, como lo es la fusión nuclear.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Un 94% en plutonio 239 y 6% en plutonio 240.

<sup>13</sup> Velarde (2007, 2) comenta que a pesar de esta situación, la ex URSS construyó 18 reactores de este tipo, de los cuales 12 se encuentran en operación en la federación rusa.

<sup>14</sup> Es importante mencionar que la generación actual de electricidad con energía nuclear se realiza por medio de la “fisión” nuclear, empleando uranio como fuente primaria de energía; tiene la gran ventaja de que no genera gases de efecto invernadero, lo cual la convierte en una alternativa viable para enfrentar el problema del calentamiento global. Sin embargo, aunque existen nuevos desarrollos técnicos para enfrentar el problema de almacenamiento de los residuos radiactivos, dista mucho que sean aceptados mayoritariamente. La “fusión nuclear” puede ser la solución a esta problemática, ya que por medio de esta técnica se puede controlar la producción de residuos radiactivos; sin embargo, la tecnología para que se haga realidad esta alternativa está en proceso de desarrollo, y se tiene contemplado que aproximadamente a mitad del siglo XXI pueda estar completamente desarrollada y entre en operación de manera masiva.

De nueva cuenta, parece indispensable poner sobre la mesa de discusión esta alternativa si realmente se pretende lograr una política energética integral. La energía nuclear, como todas las energías renovables, incluyendo la hidroenergía tradicional, pueden desarrollarse a partir de una perspectiva de diversificación energética que permita enfrentar los riesgos de la inestabilidad de precios internacionales en los combustibles, así como el problema del calentamiento global.

### **Sustentabilidad energética**

La iniciativa de LAER debe estar, al menos teóricamente, dentro de una estrategia de desarrollo nacional con visión prospectiva, ya que la energía es un elemento estratégico para el desarrollo nacional. En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 de México menciona que tiene como eje rector el desarrollo humano sustentable, y tiene entre uno de sus objetivos principales

[...] asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento nacional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social, sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.

Además, en la sección de Estrategia Integral de Política Pública, se destaca la necesidad de que toda política pública en el país debe incluir de manera efectiva el elemento ecológico.

El planteamiento que se encuentra inmerso en la redacción de este plan descansa en la formulación clásica de desarrollo sustentable definida por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en 1987, adoptada mundialmente en la Cumbre de Río en 1992, en la que se define al desarrollo sustentable como “aquel que satisface las necesidades del presente sin afectar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1987). Esta referencia a la equidad inter e intrageneracional representa en realidad un argumento retórico utilizado en forma recurrente en prácticamente

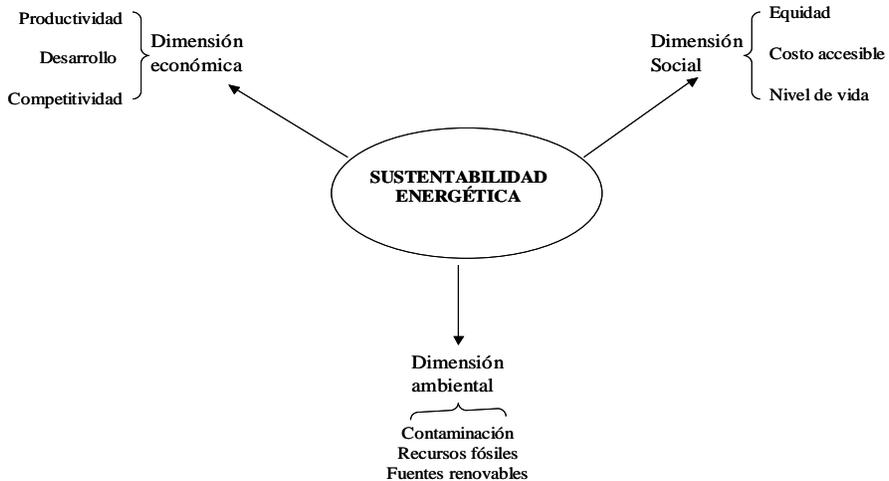
todos los ámbitos, desde el político hasta el académico; incluso se podría afirmar que se ha afianzado en el imaginario social como una verdad incuestionable. La realidad es mucho más compleja, ya que las diversas perspectivas de la sustentabilidad desarrolladas por las distintas ciencias sociales (como la economía, sociología, geografía y otras) y la ingeniería industrial, no han alcanzado todavía un estatus teórico y metodológico que permita conocer las necesidades de las generaciones presentes, mucho menos de las futuras.

Independientemente de las críticas que puedan realizarse a las diferentes perspectivas que abordan el concepto de desarrollo sustentable, la discusión de fondo en todas radica en encontrar una integración de objetivos económicos, sociales y ambientales. En este contexto, parece prudente utilizar el concepto de *sustentabilidad energética*, definido por CEPAL, OLADE, GTZ (2003, 55) como el aporte que hace el sector energético a la sustentabilidad del desarrollo. La trilogía conceptual de la sustentabilidad estaría integrada entonces como se puede observar en la Figura 1, la cual muestra esquemáticamente cómo la energía cruza cada una de las dimensiones. Si se analizan los objetivos y alcances de la iniciativa de LAER con base en esta perspectiva, se podría obtener entonces una visión más integral del papel de las energías renovables en la política energética nacional. En este sentido, a continuación se desarrollan las siguientes ideas.

En lo económico, la energía representa un elemento indispensable para todos los sectores productivos; de hecho, la sociedad industrial no podría entenderse sin el impacto que tuvo la transición energética hacia el uso intensivo de recursos fósiles que representó la Revolución Industrial. La calidad, seguridad y costo de la energía, son factores que han determinado en los últimos dos siglos el uso de carbón, petróleo y gas, como recursos energéticos principales; factores que deben tomarse en cuenta en el contexto actual de globalización económica para alcanzar una mayor competitividad económica que propicie mayores oportunidades de empleo, y se disminuyan las fuertes desigualdades económicas que existen en la mayoría de los países en vías de desarrollo, como es el caso de México.

Si se pretende que las energías renovables cumplan con las expectativas de la dimensión económica de la sustentabilidad, deben

Figura 1. Dimensiones de la sustentabilidad energética



Fuente: elaboración realizada con base en CEPAL, OLADE y GTZ (2003).

ser competitivas en sus costos de producción y seguras en su suministro. Una conclusión que se puede obtener en este punto con base en las ideas desarrolladas en las secciones anteriores es que las energías renovables presentan su lado más débil cuando se toma en cuenta sólo la dimensión económica, de ahí que se tengan que impulsar iniciativas para compensar estas barreras económicas, como es el caso de la LAER. El punto crítico radica entonces en conocer si efectivamente esta iniciativa puede lograr que las energías renovables compitan en el terreno económico con las energías no renovables.

En lo social, la energía constituye un elemento que propicia una mayor calidad de vida en la población. Si una familia cuenta con los diferentes servicios de energía, por ejemplo electricidad y gas, existen las condiciones para que realicen sus actividades cotidianas con mayor confort y limpieza.<sup>15</sup> El punto aquí es conocer si efectivamente los nuevos desarrollos tecnológicos en energías renovables pueden

<sup>15</sup> La cocción de alimentos, calentamiento de agua, iluminación adecuada en las habitaciones, acceso a medios de información y comunicación, y mantenimiento de una temperatura interior adecuada en el hogar, constituyen elementos que propician una mayor calidad de vida en las familias, y dependen de la disponibilidad de fuentes de energía de calidad y costo adecuado.

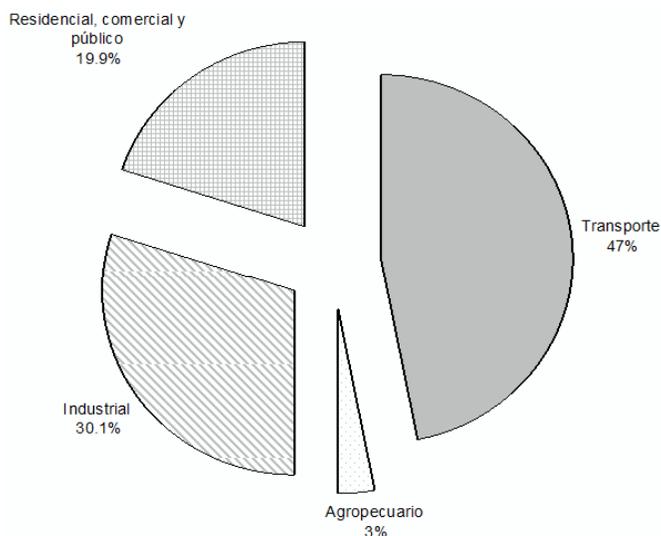
propiciar servicios de energía confiables y a precios accesibles para la población, de tal manera que se alcance una mayor equidad social en los usos energéticos.

En lo ambiental, el tipo de energía utilizada tiene repercusiones muy importantes a escala local y global. El modelo energético actual, como reiteradamente se ha comentado en este trabajo, está caracterizado por el uso excesivo de recursos fósiles, situación que produce la emisión de diversos tipos de contaminantes que afectan al medio ambiente a escala local y global. El uso más intensivo de fuentes de energía renovable tiene en este campo su principal fortaleza, por lo que habría que cuestionarse de nuevo si la iniciativa de LAER propone establecer indicadores de desempeño ambiental, que muestren si efectivamente el aprovechamiento de este tipo de energías está disminuyendo los diversos tipos de contaminantes, como las emisiones de gases de efecto invernadero o bien contaminantes a nivel local.

La visión crítica de la iniciativa de LAER en el contexto de la sustentabilidad energética puede enriquecerse si se analiza someramente la estructura de consumo de energía en México. En este sentido, la Gráfica 4 muestra el consumo de energía de los diversos sectores (SENER, 2008, 43), observándose que el sector transporte es, por mucho, el mayor consumidor de energía, con poco más de 47% del total; seguido de los sectores industrial con 30%; residencial con casi 20%; y agropecuario con 3 por ciento.

El primer comentario que surge al conocer estos valores es que si en verdad se quiere lograr una política de sustentabilidad energética integral, debería reconocerse el peso que tienen todos los diferentes sectores en el consumo energético nacional, lo cual no se observa en la iniciativa de LAER. Por otra parte, el consumo energético final por tipo de combustible en la actualidad está conformado de la siguiente manera: 75.2% de hidrocarburos, 14.9% de electricidad, 5.8% de leña, y el 4.1% restante de otros combustibles. De esta manera, parece indiscutible que una política de sustentabilidad energética integral debería considerar también la importancia que tienen los diferentes combustibles en el consumo final de energía, y no darle una prioridad a la electricidad que, como se acaba de comentar, representa sólo 14.9% del consumo total.

Gráfica 4. Consumo sectorial de energía final en México (2007)



Fuente: elaboración propia con datos de SENER (2007).

Este argumento cobra especial importancia si se conoce la participación de los diferentes combustibles en el consumo final por sectores, como se muestra en el Cuadro 2. Nótese por ejemplo cómo en el sector transporte las gasolinas y naftas, así como el diésel, son los combustibles más utilizados, con un porcentaje del consumo final de 30.2 y 12.5%, respectivamente. Tomando en cuenta que casi la mitad del consumo final de energía ocurre en este sector, sería indispensable enfocar los esfuerzos en el sector transporte para lograr una transición energética hacia energías renovables realmente significativa.

En los demás sectores se presenta la misma situación. Por ejemplo, en el caso del sector industrial, si bien es cierto que el consumo de electricidad representa una parte importante del consumo final de energía, es el gas seco el combustible más importante, con una participación de 9.8% del consumo total. Llama especialmente la atención el caso del sector residencial, comercial y público, ya que el combustible con mayor porcentaje de consumo es el gas LP con 7.6%, seguido de la leña con 5.8%, y la electricidad con 5.5 por ciento.

Cuadro 2. Consumo de energía de los sectores en México (2007)

Combustible	Total		Transporte		Industria		Res. Com y Púb		Agropecuario	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Gasolinas y naftas	1279.617	30.2	1278.473	30.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Diesel	665.232	15.7	531.701	12.5	38.357	0.9	4.221	0.1	91.948	2.2
Electricidad	631.334	14.9	3.983	0.1	357.588	8.4	231.307	5.5	28.598	0.7
Gas seco	466.086	11	0.000	0.0	414.505	9.8	37.988	0.9	0	0.0
Gas LP	419.477	9.9	55.759	1.3	32.171	0.8	321.635	7.6	7.694	0.2
Leña	245.754	5.8	0.000	0.0	0	0.0	247.346	5.8	0	0.0
Coque de petróleo	122.877	2.9	0.000	0.0	120.021	2.8	0	0.0	0	0.0
Querosenos	118.640	2.8	117.492	2.8	0	0.0	1.688	0.0	0	0.0
Combustóleo	114.403	2.7	3.983	0.1	107.647	2.5	0	0.0	0	0.0
Bagaazo de caña	93.217	2.2	0.000	0.0	91.562	2.2	0	0.0	0	0.0
Coque de carbón	72.031	1.7	0.000	0.0	69.290	1.6	0	0.0	0	0.0
Carbón	8.474	0.2	0.000	0.0	6.187	0.1	0	0.0	0	0.0
<b>Total</b>	<b>4237.144</b>	<b>100</b>	<b>1991.391</b>	<b>47.0</b>	<b>1237.327</b>	<b>29.2</b>	<b>844.186</b>	<b>19.9</b>	<b>128.24</b>	<b>3.0</b>

Fuente: elaboración propia con datos de SENER (2008).

En resumen, si la iniciativa de LAER tiene como objetivo principal regular y fomentar el aprovechamiento de este tipo de energías, estableciendo mecanismos de participación de los sectores público y privado en la generación y venta de energía eléctrica, sería necesario contar con una visión integral para promover el uso de los diferentes tipos de energías renovables en todos los sectores productivos del país. En este sentido, parece adecuado enfocar los esfuerzos no solamente en la producción de energía, sino también en el consumo. Existen muchísimas posibilidades de alcanzar una mayor eficiencia y disminuir el consumo de energía, modificando los patrones de consumo por medio de usos más intensivos de energías renovables. La arquitectura bioclimática, el uso de biocombustibles, calentadores de agua con energía solar, celdas fotovoltaicas en los hogares, son sólo algunas de estas alternativas que abarcan los diferentes tipos de energía que se utiliza en México.

El problema de fondo, sin embargo, es contextualizar todas estas alternativas en el concepto de sustentabilidad energética desarrollado en esta sección. ¿Qué dimensión es la que debe ser prioritaria para lograr un mejor desarrollo sustentable? ¿Se debe impulsar el desarrollo económico y social a expensas de los impactos ambientales producidos? ¿Debe ser el cuidado al medio ambiente el objetivo principal de la política energética nacional?, o ¿existe una alternativa que logre un desarrollo equilibrado de estas dimensiones? Estas son las preguntas

que, según la perspectiva de este trabajo, deben marcar la pauta para establecer en la agenda política nacional el tema de la sustentabilidad energética. Las respuestas deben encontrarse con base en una discusión seria donde intervengan los diferentes actores involucrados en este tema, encontrando así el papel que deben desempeñar las energías renovables en la política energética nacional.

### **Conclusiones y comentarios finales**

La iniciativa de LAER presentada por el PVEM, pone sobre la mesa de discusión la necesidad de tomar en cuenta las energías renovables como una opción viable para lograr una política energética integral en el país. Esto representa un paso importante para el logro de este objetivo, sin embargo, existen algunas consideraciones que, desde la perspectiva de este trabajo, tendrían que ser tomadas en cuenta.

Primero, es indiscutible que las energías renovables tendrán una mayor participación en la oferta energética total a mediano plazo; sin embargo, esta participación no será lo suficientemente significativa para lograr una transición energética hacia este tipo de energías. No se observa en este horizonte temporal un declive importante de las reservas internacionales de los combustibles fósiles, ya que si bien es cierto que puede iniciar el declive en la producción de petróleo (*peak oil*), no se sabe a ciencia cierta cuándo sucederá. Pero, independientemente que ocurra o no este fenómeno, el mundo desarrollado está impulsando la investigación y desarrollo en tecnologías limpias que emplean recursos fósiles, principalmente carbón, enfrentando así los desafíos de seguridad energética y de impactos ambientales que acompañan al desarrollo económico. La tecnología será entonces factor clave para el desarrollo sustentable en el mediano y largo plazo, por lo que parecería adecuado desarrollar una estrategia que impulse la investigación y desarrollo de este tipo de tecnologías, en conjunto con las que aprovechan las energías renovables, de tal manera que se tenga en el mediano y largo plazo una diversificación en la oferta energética nacional que permita enfrentar la inestabilidad de precios en los mercados internacionales, así como el problema de calentamiento global.

El hecho de no considerar la hidroenergía tradicional y la energía nuclear en la LAER resulta positivo para impulsar una mayor participación de las energías renovables con poco desarrollo en México. Sin embargo, los costos de generación y el hecho de que no emitan gases de efecto invernadero hacen que estas dos alternativas deban ser tomadas en cuenta para alcanzar una relación equilibrada entre economía y medio ambiente. Sería necesario entonces abordar este tema en la agenda política nacional y conocer las ventajas y desventajas que puede traer consigo una mayor importancia de estas dos formas de energía, en conjunto con las demás energías renovables.

La política nacional en materia de energía debe integrar las distintas dimensiones del desarrollo sustentable. En este sentido, este trabajo se propone utilizar el marco de la sustentabilidad energética, evaluando los alcances de las implicaciones económicas, sociales y ambientales de los diferentes usos de energía, especialmente las renovables. Una idea que se propone en este punto sería ampliar esta iniciativa al aprovechamiento de energías renovables en los diferentes sectores productivos del país, y en todas las posibilidades de consumo existentes, situación que favorecería de mejor manera la transición hacia usos más intensivos de energías renovables.

Por último, el papel de las energías renovables en la política energética nacional dependerá del tipo de desarrollo que se pretenda para el país. Los planteamientos del desarrollo sustentable suponen una interacción equilibrada entre lo económico, lo social y lo ambiental, pero este equilibrio es muy difícil de alcanzar, ya que existen perspectivas muy diferentes de acuerdo con la importancia que se le da a cada dimensión. En la actualidad, las energías renovables tienen en lo económico su principal debilidad; en lo ambiental, su mayor fortaleza. La agenda política nacional debería entonces propiciar una mayor participación de los diferentes sectores de la sociedad para encontrar un estilo de desarrollo donde, por un lado, se tenga seguridad e independencia energética y, por el otro, un menor impacto ambiental.

## Bibliografía

- Adelman, Morris A. (1993), *The Economics of Petroleum Supply: Papers by Morris Adelman 1962-1993*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Bradley, Robert L. (1999), *The Increasing Sustainability of Conventional Energy*, Cato Institute Publications, publicado en: [www.cato.org/pubs/pas/pa341es.html](http://www.cato.org/pubs/pas/pa341es.html) (último acceso: 8 de septiembre de 2007).
- Campbel, Colin J. (2002), "Forecasting Global Oil Supply 2000-2050", M. King Hubbert Center for Petroleum Supply Studies Newsletter, Petroleum Engineering Department, Colorado School of Mines, publicado en: <http://hubbert.mines.edu> (último acceso: 10 de septiembre de 2008).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) y GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit [Sociedad Alemana de Cooperación Técnica]) (2003), *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe, guía para la formulación de políticas energéticas*, Santiago de Chile.
- CMMAD (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente)(1987), *Nuestro Futuro Común*, Oxford University Press, Oxford.
- EIA (Energy Information Administration) (2008), *Forecasts & Analyses*, publicado en: [www.eia.doe.gov/oiaf/forecasting.html](http://www.eia.doe.gov/oiaf/forecasting.html) (último acceso: 8 de septiembre de 2008).
- García, Rigoberto (2008), *Energía, territorio y medio ambiente: geografía del consumo eléctrico en México en el contexto de la sustentabilidad*, tesis doctoral, El Colegio de México (en proceso).
- IEA (International Energy Agency) (2006), *Key World Energy Statistics*, París.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001), "Climate Change 2001: The Scientific Basis", Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton, J.T. *et al.* (coords.), Cambridge, Reino Unido, Nueva York, Cambridge University Press, 881 pp.
- Kazmerski L.L. (2002), *Solar Today*, vol. 16, núm. 4, pp. 40-43.

- Maxwell, Charles T. (2002), "Investing on the Hubbert Curve", *Oil and Gas Investor*, vol. 22, núm. 1.
- SEMIP (Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal) (1994), *Balances nacionales de energía 1993*, México.
- (1993), *Balance nacional de energía 1992*, México.
- (1992), *Balance nacional de energía 1991*, México.
- (1991), *Balance nacional de energía 1990*, México.
- (1990), *Balance nacional de energía 1989*, México.
- (1989), *Balance nacional de energía 1988*, México.
- (1988), *Balance nacional de energía 1987*, México.
- (1987), *Balance nacional de energía 1986*, México.
- (1986), *Balance nacional de energía 1985-1986*, México.
- SENER (Secretaría de Energía) (2008), *Balance nacional de energía 2007*, México.
- (2007), *Balance nacional de energía 2006*, México.
- (2006), *Balance nacional de energía 2005*, México.
- (2005), *Balance nacional de energía 2004*, México.
- (2004), *Balance nacional de energía 2003*, México.
- (2003), *Balance nacional de energía 2002*, México.
- (2002), *Balance nacional de energía 2001*, México.
- (2001), *Balance nacional de energía 2000*, México.
- (2000), *Balance nacional de energía 1999*, México.
- (1999), *Balance nacional de energía 1998*, México.
- (1998), *Balance nacional de energía 1997*, México.
- (1997), *Balance nacional de energía 1996*, México.
- (1996), *Balance nacional de energía 1995*, México.
- (1995), *Balance nacional de energía 1994*, México.
- Turner, J. A. (1999), *Science*, vol. 285, pp. 687-689.
- Ullán de la Rosa, F. y A. Pérez Raposo (2005), "El debate de la economía del hidrógeno", *Cuenta y Razón*, núm. 136, pp. 131-197.
- Velarde, G. (2007), "La energía nuclear, segura, limpia y barata para cumplir con Kyoto", *Papeles faes*, núm. 40, publicado en: <http://www.abc.es/gestordocumental/uploads/nacional/faes.pdf> (último acceso: 9 de septiembre de 2008).