

DIAGNÓSTICO DE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN MÉXICO

OBSTÁCULOS Y PERSPECTIVAS

*Rubén José Dorantes Rodríguez**

Introducción

Uno de los pilares fundamentales para el sostenimiento actual de nuestras sociedades radica, indudablemente, en la disponibilidad energética de cada individuo, de cada comunidad y de cada país. También es cierto que, en la actualidad, uno de los energéticos que marca una diferencia importante entre sociedades pobres y ricas es la disponibilidad de la energía eléctrica: mientras más disponible esté, mejor será la calidad de vida de la población.

Las sociedades actuales necesitan grandes cantidades de energía todos los días, pues son tan diversas las actividades que se desarrollan gracias a ésta, que son pocos los que se detienen a reflexionar acerca de su origen y de la enorme cantidad de procesos de transformación y conversión que hay detrás de cada uno de sus usos. Por lo tanto, en general, nuestras sociedades aún no se preocupan por saber de dónde viene la energía, sino más bien por disponer de ésta en forma permanente y en todo lugar.

En nuestro país, desde mediados del siglo XX, los gobiernos que hemos tenido emprendieron la enorme labor de fomentar un creciente desarrollo económico en diferentes áreas, y desde luego, construyendo las grandes instalaciones energéticas que se requerían para la fabricación de combustibles derivados del petróleo y para crear las plantas eléctricas necesarias que demandaba una población con elevado crecimiento económico y demográfico.

En estas primeras etapas, nuestro país tuvo la inminente necesidad de contar con enormes recursos económicos que requería este desarrollo, recursos que no se tenían, para lo cual se inició la extraordinaria aventura, hoy es casi “deporte nacional”, de pedir los recursos monetarios requeridos, principalmente, a nuestros vecinos del norte.

Desafortunadamente, en los inicios de la década de los cincuenta, esta importación de recursos no quedó solamente en la parte económica, sino

* Profesor titular, Departamento de Energía de la UAM, Azcapotzalco. Correo electrónico: <rjdr@correo.azc.uam.mx>.

también en la industrial, la agrícola y la energética. En ese entonces, poco se entendió la estrecha vinculación entre la parte financiera y las partes agrícolas e industrial, es decir, desde mediados del siglo pasado no entendimos a tiempo que pedir dinero prestado para financiar nuestro desarrollo económico implicaba asumir directa e indirectamente las reglas estrictas que se imponen: “yo te presto dinero para desarrollarte, pero tú tienes la obligación de comprarme lo que necesites para tu desarrollo y con la prohibición de que lo adquieras en otra parte”. Pero esta obligación no quedó ahí; posteriormente, cuando el país comenzó a demostrar habilidades para crecer y desarrollarse, nuestros vecinos consideraron oportuno añadir algunas condiciones adicionales para asegurar esta clara dependencia que se había dado a las mil maravillas: “ahora, no sólo me sigues comprando, sino que te queda prohibido fabricar buena parte de la infraestructura que necesitas, o de otra manera ya no te presto y además te exigiré de inmediato lo que me has pedido”.

Bajo estas premisas, increíbles de imaginar, nuestro país emprendió la gran tarea de desarrollarse, desde luego con muchas limitaciones y libertades, pero con la enorme obligación de ir solucionando grandes rezagos existentes, como producir alimentos suficientes, construir sistemas de agua potable y de riego, proporcionar servicios en las ciudades más importantes, crear empleos y, desde luego, desarrollar la pequeña industria energética existente, pilar importante de esta gran empresa.

Los dos grandes retos de esta industria energética estaban bien identificados: construir grandes plantas generadoras de energía eléctrica y grandes refinerías de petróleo, así como los sistemas necesarios para su transformación y su distribución entre la población.

En estas primeras etapas nuestro país tuvo un desarrollo sin precedentes por el gran entusiasmo, talento y compromiso asumido para crecer a ritmos impresionantes entre las décadas de los cincuenta a los setenta. Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico aplicado en áreas estratégicas como la industria, el campo, la energía, caminos, etc., mostró un dinamismo impresionante, se asimilaron rápidamente las tecnologías venidas del exterior y de hecho comenzaron a fabricarse en México a un ritmo muy importante. En estas décadas el crecimiento de nuestra infraestructura energética en plantas eléctricas, refinerías, redes, etc., estuvo a la altura de la demanda de la sociedad, al mismo tiempo que también se impulsó con gran éxito la formación de los profesionistas que se requerían para satisfacer la gran necesidad de capital humano en las grandes obras que se desarrollaron. También se contó con los recursos financieros que se requirieron, pero con un muy buen control en las finanzas públicas al no disparar la inflación ni “hacer

funcionar la maquina del dinero”, ni hacer crecer la deuda exterior ni la interna.

Sin embargo, este desarrollo armónico y equilibrado molestaba e inquietaba a los grandes capitales, porque de continuar por ese sendero, nuestro país rápidamente podría aprender a dejar de depender del exterior, ser soberano y autosuficiente en alimentos, energía, capital, tecnología y servir de ejemplo en la región, hechos que no podían permitirse. Así como el comunismo cubano y su expansión en América Latina representaba para Estados Unidos un alto riesgo, de igual manera lo representaba una nación pensante y joven, con una economía fuerte y con enormes recursos naturales por explotar.

Por lo tanto, había que diseñar una estrategia para hacernos tropezar, para desviar el rumbo, pero sin acciones violentas ni intervencionistas, sino con sutileza y desde luego con engaños estratégicos y empleando una poderosa arma, bien conocida y eficiente: la corrupción, mucha corrupción. Desde luego, también había que inventar un buen pretexto para hacer funcionar esta estrategia, una estrategia muy bien diseñada y argumentada tecnológicamente, la cual consistió en convencernos de las enormes riquezas petroleras de nuestro subsuelo y de la necesidad de explotarlo en muy corto plazo por las ventajas económicas que esto implicaría, al asegurarnos que los precios del crudo aumentarían hasta límites nunca antes vistos; nosotros caímos en esa mentira y se desencadenó una estrategia de desarrollo y crecimiento de gigantescas proporciones, todo basado en nuestra futura riqueza petrolera.

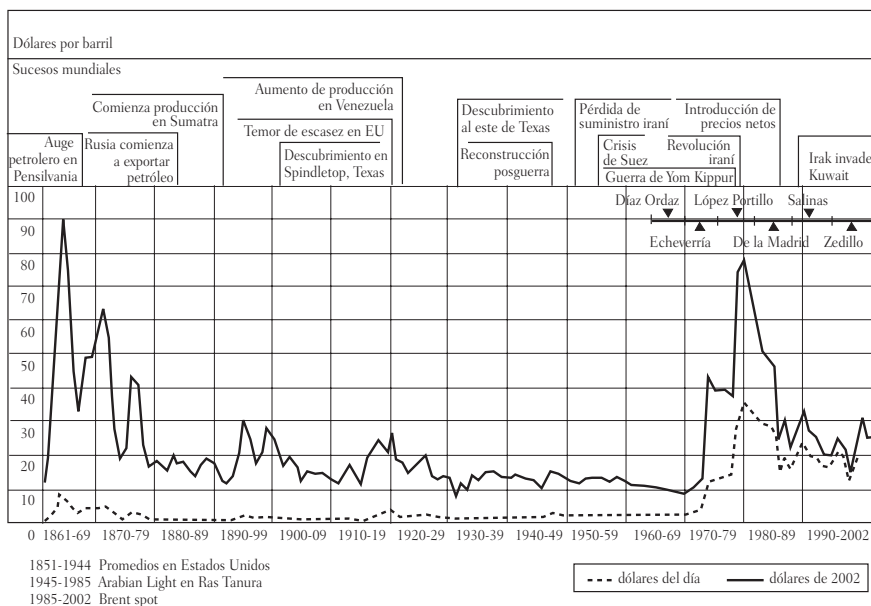
El viaje del modelo económico y de desarrollo equilibrado que tan buenos resultados había dado hasta la década de los sesenta, cambió radicalmente por un modelo absurdo y falso, que empeñaba el futuro de México a un recurso energético incierto y peligroso. Sin embargo, caímos en el error y apuntalamos nuestro nuevo modelo de desarrollo basados en una economía ficticia, donde los recursos económicos para financiar una expansión industrial acelerada fueron contratados como deuda externa y donde la tecnología indispensable para este modelo ya no se desarrolló en México, sino que provino del exterior y a precios muy elevados. Incluso, la formación capital humano también experimentó la atracción de llevarse a cabo en el extranjero, y miles y miles de jóvenes fueron enviados al exterior a formarse, desde ingenieros, científicos, humanistas y tecnócratas, hasta futuros deportistas.

En materia energética poco importó a los gobiernos de las décadas de los setenta a 2000 las advertencias de una crisis petrolera que se avecinaba, lo que invitaba a la cautela. En lugar de esto se creyó, que por decreto la riqueza podía generarse y la economía ordenarse, y que los países del exterior

“harían cola” para comprar nuestro petróleo. Obviamente las ideas académicas de aprovechar nuestros enormes recursos energéticos renovables fueron ignoradas en lo estratégico, mas no en la imagen de modernidad que el gobierno intentó dar al financiar enormes proyectos de aprovechamiento de energías renovables, pero con una integración nacional casi nula y sin mediar ningún plan de desarrollo industrial que pudiera dar continuidad a tales proyectos.

Finalmente, la cruda realidad llegó: la crisis petrolera provocada por la OPEP disparó primero los precios del petróleo crudo hasta valores de 78 dólares/barril; después vino una súbita caída de los mismos hasta 25 dólares y luego un desplome hasta los 13 dólares/barril (véase la gráfica 1).

GRÁFICA 1
COMPORTAMIENTO DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL BARRIL
DE PETRÓLEO CRUDO DESDE 1861 HASTA 2002



FUENTE: British Petroleum.

Ante esta situación de alta volatilidad de los precios del petróleo y, por lo tanto, de los ingresos por su venta, hubiera sido lógica la no dependencia de este recurso. Sin embargo, la enorme deuda contraída por el gobierno

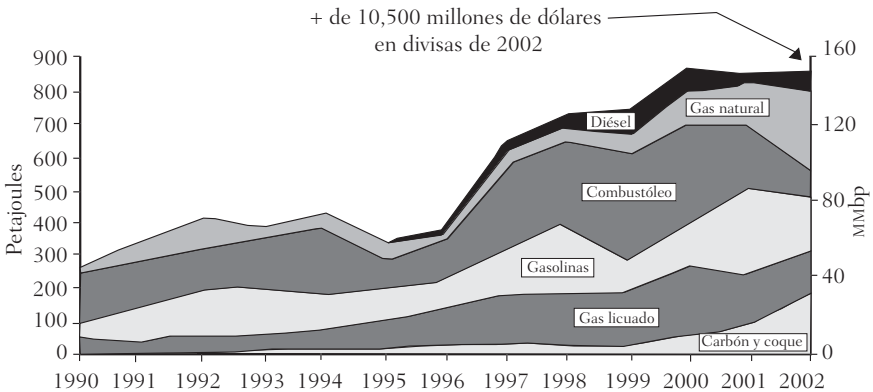
mexicano debía pagarse con petróleo mismo y con recursos provenientes de su venta, aun en el caso de que su costo de extracción fuese más alto que su precio de venta, como sucedió en la década de los noventa.

Por otro lado, la creciente demanda interna de petróleo provocada por un crecimiento inducido artificialmente provocó una explotación irracional del recurso, además de una creciente necesidad de encontrar nuevos yacimientos para mantener la producción y las reservas.

Justamente en medio de esta crisis petrolera se debió establecer una política energética que diversificara la oferta para lograr frenar la demanda interna. El reto era satisfacer la enorme demanda de combustibles, principalmente gasolina además del combustóleo y luego del gas natural para la generación de electricidad. Alternativas no había muchas: etanol para la producción de nuevas gasolinas, y para la generación de electricidad plantas hidroeléctricas, nucleares, geotermoeléctricas, solares o eololéctricas. De todas estas alternativas sólo se escogieron las plantas hidroeléctricas, las nucleares y las geotermoeléctricas, en ese orden de importancia, además de la importación de los combustibles en los que éramos deficitarios: gasolinas y diésel, combustóleo, gas natural y, desde luego, uranio (véase la gráfica 2). No hubo espacio para otras renovables, la solar y la eólica, por ejemplo, puesto que el fracaso escandaloso que tuvieron los grandes proyectos solares (térmicos y fotovoltaicos) de los gobiernos de Echeverría y López Portillo hicieron que tanto Pemex como la CFE y el resto del sector oficial energético (Secretaría

GRÁFICA 2

IMPORTACIÓN DE COMBUSTIBLES SECUNDARIOS EN MÉXICO (1990-2002)



Nota: Las cifras están dadas en petajoules y en barriles de petróleo crudo equivalente.

FUENTE: Sener, "Balance nacional de energía 2003", en <www.energia.gob.mx>, y elaboración personal.

de Minas e Industria Paraestatal, Semip, y ahora Sener) decidieran nunca más apostar a estas tecnologías renovables, y así ha sucedido hasta nuestros días.

Lamentablemente esta situación, lejos de haberse remediado, año con año se agudiza, a grado tal de estar dejando nuestra soberanía energética en manos de unos cuantos bancos, empresas y gobiernos extranjeros, quienes no tienen interés alguno en lograr que México llegue a tener un desarrollo propio e independiente, sino más bien que logre alcanzar un nivel de desarrollo razonable y fuertemente dependiente de la economía estadounidense, principalmente.

El ocaso de nuestro viejo e ineficiente sistema energético

En este panorama energético un tanto desalentador, existe, sin embargo, una situación aun más preocupante. México, al igual que todos los países del mundo, requiere satisfacer las necesidades energéticas que demanda la sociedad en su conjunto, pero en el modelo energético actual da la impresión de que lo más importante es asegurar la sustentabilidad del sistema energético nacional en el tiempo, siguiendo los ritmos de crecimiento estimados por el gobierno federal y como se vayan presentando en la realidad. Es decir, lo que se trata es de mantener la oferta actual de energéticos secundarios (electricidad, gasolina, etc.) y de ir satisfaciendo el incremento de esta demanda, ya sea con la construcción de nuevas plantas o bien con la importación de energéticos. Poco énfasis se da, sin embargo, al uso final de estos energéticos y a la eficiencia con la que se producen y se utilizan. Por ejemplo, para un individuo no es tan importante tener electricidad para iluminar su casa, sino justamente que esté iluminada y de preferencia al costo más bajo posible. Así, durante el día es mucho mejor iluminar una casa con luz natural que con luz artificial, evitando el consumo de electricidad y todo lo que implica. Si a esto le sumamos que el combustible para producir esta electricidad es importado y que la eficiencia de transformación de la energía, desde el combustible hasta la luz artificial final es sumamente baja (menor al 10 por ciento), es necesario preocuparse más por el uso final que por la simple dotación de electricidad a la sociedad.

En efecto, los modelos actuales de transformación de los energéticos, desde su estado primario hasta su uso final, tienen eficiencias globales sumamente bajas. Por ejemplo, la eficiencia global de transformación de petróleo crudo en luz artificial es de sólo 3 por ciento. Es decir, que si se extraen el equivalente en petróleo crudo a 100 joules de energía, sólo 3 joules son transformados finalmente en luz utilizando un foco, por ejemplo. En el caso de un automóvil, la eficiencia global es en promedio del 8 por ciento

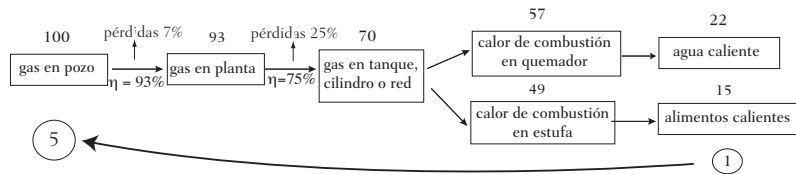
si el auto está en movimiento, pero si está encendido y sin movimiento, la eficiencia cae a 0 por ciento. Estos dos ejemplos, de cientos que se pueden mencionar, muestran cómo los procesos actuales para transformar energía primaria en energía útil, utilizando combustibles fósiles o energías no renovables, son muy ineficientes y en el caso del automóvil, llegan a ser perfectamente ineficientes (véase el diagrama 1).

Gran parte de estas ineficiencias se deben a la gran cantidad de procesos de conversión y transformación energética que se realizan para llevar los energéticos desde su origen como recursos naturales hasta el consumidor final, además de las bajas eficiencias de estos procesos, por ejemplo, la conversión de calor en energía cinética y luego en electricidad.

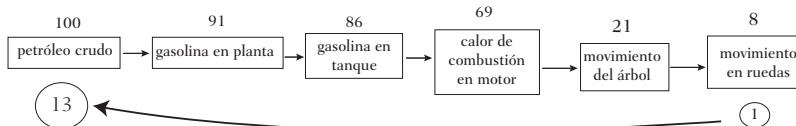
Estos procesos son así y fueron diseñados bajo la idea de energéticos inagotables y para la construcción de grandes y gigantescos sistemas centralizados, el sueño ideal de los ingenieros, y no fueron pensados considerando eficiencias globales elevadas, ni minimizando los impactos ambientales; al contrario, fueron diseñados bajo criterios poco claros de viabilidad económica y bajo la hipótesis irrefutable de bajos costos de los combustibles y de abundancia de recursos.

DIAGRAMA 1
EFICIENCIAS GLOBALES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA EN ENERGÍA ÚTIL DE CUATRO PROCESOS DE ALTA INTENSIDAD ENERGÉTICA

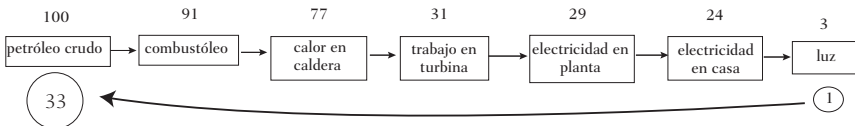
CALENTADOR Y ESTUFA DOMÉSTICA DE GLP O NATURAL



AUTOMÓVIL



LÁMPARA INCANDESCENTE



FUENTE: Elaboración propia.

Ahora bien, en los inicios del siglo XXI, nuestra civilización actual y muchos de quienes detentan la toma de decisiones no parecen alarmados por el agotamiento de los recursos no renovables ni por sus efectos devastadores en el medio ambiente; desde luego, el usuario final sólo se ve como un consumidor y a los energéticos como artículos de consumo, nunca como bienes de la naturaleza a los que hay que preservar como se haría con un bien de enorme valor.

En México, esta situación es aún más preocupante, puesto que nuestros modestos sistemas energéticos, tanto en la producción de combustibles como en electricidad, son en gran parte obsoletos, con bajo mantenimiento, de alto costo de producción y con una dependencia tecnológica del exterior cada vez más elevada.

La enorme responsabilidad que se otorgó a Pemex, CFE y CLYFC en cuanto a garantizar el suministro de energéticos con tecnología propia, precios moderados, en forma abundante y para toda la población está cada vez más lejos de concretarse. Nuestras grandes empresas estatales están tremendamente endeudadas, controladas por sus sindicatos, con costos de producción muy elevados y una perspectiva a futuro de convertirse en oficinas de gestoría o de oficialía de partes, puesto que han perdido o están a punto de perder la misión para la cual fueron creadas. Es decir, cuando una empresa no es rentable (aunque se diga lo contrario), cuando no es libre de tomar sus propias decisiones, cuando depende tecnológicamente del exterior y tiene una visión errada del futuro al pensar que sus insumos están asegurados de por vida, tenemos una empresa condenada a desaparecer mientras el único pilar que la sostenga no se rompa, en este caso, los grandes subsidios del gobierno en combustibles, impuestos, etcétera.

México no está dando el viraje energético tan demandado y tan aconsejado por propios y extraños. Pemex cada vez importa más combustibles secundarios, las reservas de hidrocarburos bajan de manera alarmante mes con mes, no se diversifica, no se moderniza y no agrega valor final a sus productos. La CFE sufre los mismos problemas y además está empeñada en apostar casi todo a la generación con gas natural,¹ provenga de donde provenga, desde luego de todas partes del mundo menos de México; no se diversifica tecnológicamente y está perdiendo un alto porcentaje de sus cuadros técnicos. Además, no promueve la generación distribuida, la cogeneración ni la minigeneración múltiple, además de que desaprovecha toda la capacidad de generación instalada en el sector industrial en plantas de emer-

¹ Sener, "Prospectiva del sector eléctrico 2004-2013", 2004, en <www.energia.gob.mx>.

gencia, por ejemplo. El ahorro y el uso eficiente de la energía han perdido modernidad y no es estratégico para estas grandes empresas.

Lo más patético para México es estar “nadando” en una cada vez más demostrada abundancia de recursos renovables y enfrentar la escasez de los no renovables. En efecto, desde hace más de treinta años se ha venido mostrando y demostrando las bondades, beneficios y oportunidades tecnológicas que se tendrían al emprender un viraje del caduco modelo energético hacia un nuevo y mejor modelo sustentado en una mejor mayor diversificación energética y en la única posibilidad existente, todavía, de desarrollar las tecnologías renovables o de integrar tecnología nacional en sus procesos de fabricación.

En estos momentos, difícilmente otras tecnologías que no sean las renovables pueden ser objeto de una asimilación tecnológica exitosa de corto y mediano plazos, porque todas estas tecnologías no requieren complicaciones tecnológicas extremas (caso de la nuclear) o de una integración tecnológica robusta (turbinas de vapor y gas). En el caso de la energía eólica, la solar, la hidráulica grande y pequeña y desde luego la biomasa, las tecnologías exitosas y en crecimiento acelerado (en Europa y Brasil, por ejemplo) requieren fundamentalmente de una industria madura de maquinaria eléctrica (la cual todavía tenemos), de una industria para equipos de proceso térmico (la tenemos) y, sobre todo, de muchos sistemas de instrumentación y de control mecánico, eléctrico y electrónico (que también los tenemos). Existen ciertamente tecnologías renovables que debemos importar, como los módulos fotovoltaicos, pero de los cuales alguna de las empresas fabricantes podría instalarse fácilmente en México. En cambio, muy difícilmente se instalaría una de turbinas (ya lo hubieran hecho) o de reactores nucleares, porque no les conviene por cuestiones de mercado y de seguridad.

Finalmente, si bien es importante la disponibilidad e integración nacional de las tecnologías, lo fundamental en los sistemas energéticos es el recurso, es decir, el tener y poder disponer de los energéticos para mover las tecnologías. ¿Para qué sirve un auto de gasolina, gas, hidrógeno o eléctrico, de avanzada tecnología, si no tiene el energético para moverse o si la disponibilidad de éste depende de complejas coyunturas independientes al usuario? En efecto, la seguridad energética de un país no radica tanto en la disponibilidad tecnológica, sino más bien en la disponibilidad y seguridad de contar con el recurso.

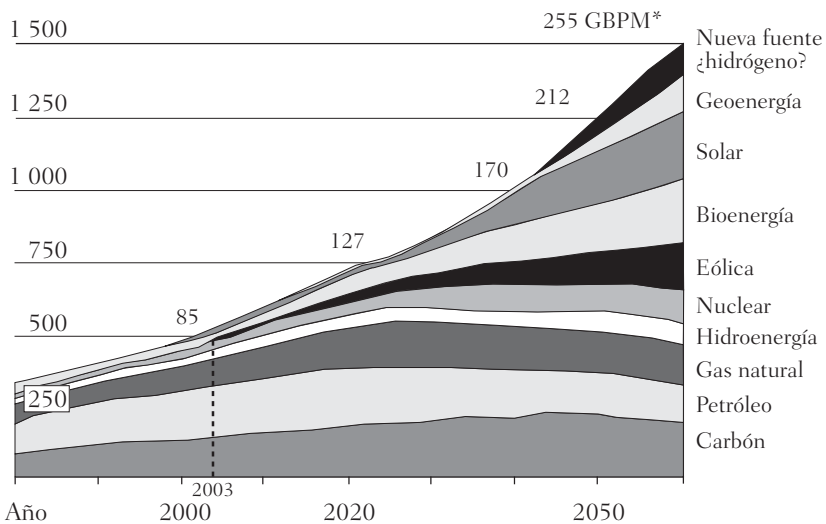
El futuro de la seguridad energética de México son las energías renovables, pero los puentes para transitar a este nuevo modelo de desarrollo los deben constituir, sin duda alguna, las energías no renovables, principalmente nuestro petróleo. Entonces no es una competencia entre unas y otras, renovables contra no renovables; es simplemente una transición entre un modelo

de desarrollo basado en combustibles fósiles, a otro basado en la energía solar, eólica, hidráulica y en la bioenergía, principalmente. Se equivocan rotundamente quienes no lo quieren ver de esta manera y peor aun, quienes todavía apuestan al resurgimiento de la industria nuclear, hermoso desarrollo tecnológico producto de la inteligencia científica de los seres humanos, pero demasiado arriesgada todavía, al menos para este siglo, y sin que pueda ser una tecnología cerrada, es decir, una tecnología limpia y con un mínimo de riesgos a la seguridad nacional.

Algunos escenarios energéticos de largo plazo

A mediados de este siglo, el mundo se moverá principalmente alrededor de las tecnologías renovables porque no habrá, quizás, mejor alternativa y porque los recursos no renovables declinarán de forma drástica (véase la gráfica 3). Además, cualquier país en el mundo dispone de recursos renovables y México es de los mejores dotados y con abundantes recursos diversificados en todo su territorio.

GRÁFICA 3
ESCENARIO POSIBLE HASTA EL 2060 DE USO MUNDIAL
DE ENERGÍA PRIMARIA



* Las siglas GBPM significan gigabarriles de petróleo equivalente, que es una unidad de energía.
FUENTE: *Transición hacia un futuro basado en las fuentes renovables de energía* (Sociedad Internacional de Energía-Donald Aitken, 2003), elaboración propia.

Por ejemplo, el reto energético que enfrenta México en cuanto al crecimiento de su sistema eléctrico nacional puede resolverse en el 2030 combinando plantas eléctricas con energéticos renovables y no renovables (véase cuadro 1). Partiendo de la base de llegar a tener una capacidad total instalada de 1 kW/hab y 130 millones de mexicanos, y considerando el estado actual de las tecnologías renovables con factores de planta convencionales, se podrían alcanzar metas de generación anual cercanas a los 640 terawatts-hora² (TWh).

CUADRO 1
ESCENARIO ALTO AL 2030 DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMBINANDO RECURSOS RENOVABLES CON NO RENOVABLES

<i>Fuente de energía</i>	<i>Capacidad instalada (MW)</i>	<i>Factor promedio de planta (%)</i>	<i>Generación anual (TWh)</i>	<i>Generación total anual (%)</i>
Hidro y geotermia	20 000	0.4	70.08	10.95
Eólica	30 000	0.5	131.40	20.55
Solar	15 000	0.24	35.04	5.48
Bioenergía	30 000	0.6	157.77	24.67
Hidrógeno u oceánica	100	0.5	n.s.	n.s.
Total renovables	95 100 (73%)	—	394.20 (62%)	61.64
No renovables	35 000 (27%)	0.8	245.28 (38%)	38.36
Gran total	130 100	—	639.48	100
Gen. anual por hab.	1 kW/hab	—	4 919 kWh (130 millones/hab)	—

FUENTE: Elaboración propia.

Alcanzar estos escenarios no es imposible. Por ejemplo, la Conae³ ha calculado que la generación anual viable de energía eléctrica con plantas minihidráulicas tan sólo en los estados de Puebla y Veracruz es superior a los 12 TWh anuales que, sumados a los 25 TWh anuales obtenidos en 2003 con

² Un terawatt-hora es una unidad de energía y equivale a mil millones de kilowatts-hora. Un kWh es la energía eléctrica consumida por un foco de 1 000 watts encendido durante una hora.

³ Conae-Sener, "Estudio de la situación actual de la minihidráulica nacional y potencial en una región de los estados de Veracruz y Puebla", 1995, en <www.conae.gob.mx>.

geotermoeléctricas y con las grandes hidroeléctricas, sumarían 37 TWh anuales, contra 70 TWh estimados para 2030.

En cuanto a la generación eoloeléctrica, estudios recientes realizados por el National Renewable Energy Laboratory (NREL), con el patrocinio de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el gobierno de Oaxaca, han calculado en más de 10 000 tan sólo el potencial eólico de La Ventosa en Oaxaca, con factores de planta de 0.45. Esto permite establecer que un escenario como el mostrado en el cuadro 1 no es imposible de alcanzar, al menos técnicamente.

Desde el punto de vista de costos de inversión y de generación de la energía eléctrica, en el cuadro 2 se muestra cómo las tecnologías renovables tienen costos de inversión y producción muy abordables, cercanos a los costos con tecnologías no renovables, y en el caso de las plantas eoloeléctricas, minihidroeléctricas y termoeléctricas con biomasa los costos de la energía eléctrica llegan a ser menores que con plantas convencionales (aun en el caso de la fotovoltaica). Esto, sin contar los precios actuales y futuros de los combustibles fósiles, y desde luego, sin considerar los costos asociados a las externalidades, es decir, a la reparación de los daños provocados al medio ambiente por todo el proceso de transformación de combustibles fósiles en energía eléctrica. Por ejemplo, en un estudio reciente, auspiciado por la Cepal y la Semarnat,⁴ calculó en más de seis pesos mexicanos el costo adicional que tendría que tener cada kW/h, considerando las externalidades de las plantas termoeléctricas mexicanas.

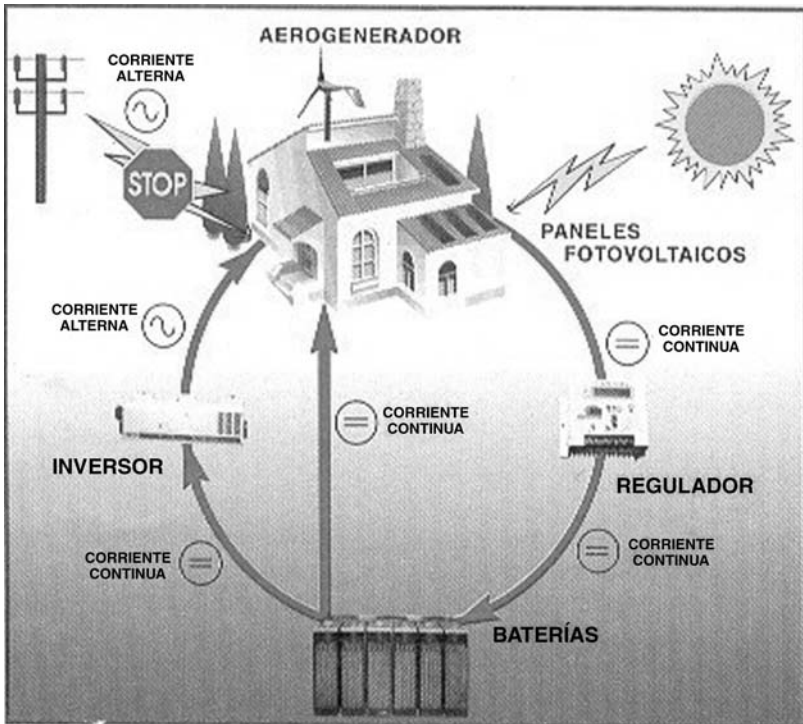
CUADRO 2
COSTOS DE INVERSIÓN Y DE GENERACIÓN ELÉCTRICA
DE VARIAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES

<i>Tecnología</i> (dólares/kW)	<i>Inversión llave en mano</i> (dólares/kWh)	<i>Costo por kWh</i>
Eólica	1 100 a 1 700	0.05 a 0.13
Fotovoltaica	5 000 a 10 000	0.25 a 1.25
Minihidroelectricidad	1 200 a 3 000	0.04 a 0.1
Biomasa	900 a 3 000	0.05 a 0.15
Solar térmico	3 000 a 4 000	0.12 a 0.18

FUENTE: World Energy Assessment, United Nations, *Development Programme*, 2000 y De Buen, Odón.

⁴ Cepal-Semarnat, "Evaluación de las externalidades ambientales de la generación termoeléctrica en México", 22 de noviembre de 2004, en <www.semarnat.gob.mx>.

FIGURA 1
ESQUEMA DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL CASO DE CASAS HABITACIÓN
GENERADORAS DE SU PROPIA ENERGÍA ELÉCTRICA EMPLEANDO PANELES
FOTOVOLTAICOS Y AEROGENERADORES ELÉCTRICOS



FUENTE: <<http://www.heliostar.com/heliostar/aplicaciones/fotovoltaica/fotovoltaica.htm>>.

Este valor, evidentemente muy alto, dejaría atrás el mito milagroso de la CFE con el cual la generación eléctrica actual cumple con la ley al ser la energía eléctrica más económica en su producción. Desde luego, estos costos no se consideran actualmente.

Considerando estos costos de inversión y de generación eléctrica, la posibilidad de que las edificaciones generen su propia energía eléctrica, o al menos una buena parte de ésta, e incluso poder vender a la CFE y la CLYFC la energía eléctrica producida empleando tecnologías renovables, constituiría uno de los elementos fundamentales de la llamada generación distribuida, donde el usuario pasa de ser un consumidor a un productor de energía eléctrica, con lo cual se logra evitar el crecimiento desmedido de las centrales eléc-

tricas y, desde luego, la necesidad de consumir combustibles no renovables (véase la figura 1). Bajo un esquema de este tipo, esta estrategia no sólo permitiría al consumidor y usuario, ahora productor, pasar de un papel pasivo a un papel activo, sino además diversificar las tecnologías de generación eléctrica e implementar programas de ahorro y uso eficiente de energía para optimizar su sistema de generación eléctrica. Esta actitud puede también llevar a que el usuario sea más consciente del valor de los energéticos y que entienda mejor la dificultad de generar la electricidad y la necesidad de disminuir los impactos ambientales a causa de ello.

Aunque nuestro “viejo” sistema energético nacional se resiste a adoptar nuevos esquemas de generación, transformación y distribución de los energéticos, el uso de las energías renovables es toda una realidad desde hace más de tres décadas, y año con año se multiplican los proyectos de aplicación de estas tecnologías, aun con el poco apoyo gubernamental.

Situación actual del uso de las energías renovables en México

El cuadro 3 muestra la evolución del uso de algunas de las tecnologías renovables en México, como son el calentamiento solar de agua, la generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos y el bombeo de agua con aerogeneradores (también llamados papalotes), lo que permite afirmar que México posee una experiencia acumulada de varios años en el desarrollo de estos proyectos y que además va desarrollando normas técnicas para el mejor uso y aplicación de varias tecnologías renovables.

CUADRO 3
EVOLUCIÓN DEL USO DE ALGUNAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

<i>Tipo de tecnología renovable</i>	2000	2001	2002
Calentamiento solar de agua con calentadores solares de PVC y metálicos (m ² acumulados)	373 025	447 704	498 615
Generación eléctrica por sistemas fotovoltaicos (mW acumulados)	13.21	14.261	14.447
Aerogeneradores para el bombeo de agua (kW equivalentes acumulados)	No disponible	1 080	2 161

FUENTE: Sener, “Balance nacional...”, elaboración propia y Asociación Nacional de Energía Solar.

Quizás la tecnología solar más antigua y más utilizada en México sea la del calentamiento solar de agua utilizando calentadores solares planos, fabricados con tubos y aletas de cobre y también con plástico, cuya principal aplicación es el calentamiento de agua para albercas, así como para casas habitación.⁵ Esta aplicación no es de extrañarse, pues México posee uno de los potenciales en irradiación solar más altos del mundo.

Por ejemplo, la parte central de México recibe un promedio anual de 13 000 kJ/m²día de irradiancia, mientras que en los estados del norte de México se alcanzan valores promedio de 20 000 kJ/m²día. Esto quiere decir que en un techo de alrededor de 20 m² (superficie común en una casa habitación) se recibe en promedio una cantidad de energía diaria de más de 330 000 kJ/día, equivalentes a la energía disipada por 38 focos de 100 watts cada uno, encendidos durante 24 horas. Este dato tan impresionante debería ser suficiente para orientar nuestra política energética a un mayor aprovechamiento de la energía solar; sin embargo no ha sido así, y daría la impresión de que hay un menosprecio a este hecho irrefutable.

Igual de lamentable es lo que ha sucedido con el aprovechamiento de la energía eólica y con la energía minihidráulica, recursos que tenemos en abundancia, principalmente debido a las condiciones topográficas de nuestro territorio y a sus características hidrológicas y meteorológicas, es decir, abundancia de costas, bosques y montañas. En efecto, a pesar de que no existe casi ningún apoyo de tipo gubernamental que estimule el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica con estos dos recursos, y de que tampoco haya un marco legal que promueva y asegure su desarrollo, a través de los años inversionistas privados, muchos de ellos nacionales, han logrado conseguir los permisos de la CRE para desarrollar varios proyectos de generación eléctrica con estos recursos, como se muestra en el cuadro 4. La capacidad de generación total de estos proyectos es cercana a los 900 MW eléctricos, lo que equivaldría a la capacidad normal de una central nucleoeléctrica o de una gran termoeléctrica de ciclo combinado, pero con fuentes renovables de energía y con un mínimo impacto al medio ambiente. Sin embargo, muy pocos de estos proyectos se han logrado concretar a causa de una efectiva y bien encadenada acción de funcionarios públicos, congresistas y sindicatos que se oponen a su desarrollo.

También del lado del gobierno federal, particularmente de la CFE, se promueven algunos proyectos de generación con energías renovables, exceptuando la gran hidráulica y la geotermia, aunque de una forma muy modesta y tímida. Tal es el caso del proyecto eoloeléctrico La Venta II, el cual

⁵ Sener, "Balance nacional de energía 2003", en <www.energia.gob.mx>.

consiste en la construcción de una gran central de generación eoloeléctrica adicional a la pequeña central eoloeléctrica existente de sólo 1.2 MW en la zona de La Ventosa en Oaxaca, con una capacidad inicial de 100.4 MW. Sin embargo, la primera licitación fue declarada “sorpresivamente” desierta por la CFE y se promueve una segunda, aparentemente con una capacidad menor, aunque tan sólo esta zona de La Ventosa permitiría a la CFE desarrollar proyectos mucho más ambiciosos y de mayor certeza y rentabilidad al combinar la generación eoloeléctrica con la generación hidráulica de las presas instaladas sobre el río Grijalva y llegar a tener en esta zona un impresionante sistema de generación eléctrica con energías renovables, de gran confiabilidad. Sin embargo, de acuerdo con los planes de desarro-

CUADRO 4
GRANDES PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ENERGÍAS
RENOVABLES QUE CUENTAN CON PERMISOS DE LA CRE

<i>Tipo de tecnología</i>	<i>Empresa</i>	<i>Capacidad de generación (MW)</i>
Eoloeléctrica	Cozumel 2000	30
	Fuerza Eólica del Istmo	60
	Fuerza Eólica de Baja California	300
	Parques Ecológicos	102.5
	Baja California 2000	60.6
	Eléctrica del Valle de México	180
Minihidroeléctrica	Hidroeléctrica del Pacífico	8
	Provedora de Electricidad de Occidente	20
	Provedora Nacional de Electricidad	20
	Electricidad del Istmo	20
	Mexicana de Hidroelectricidad Mexhidro	30
	Generadora Eléctrica San Rafael	24
	Mexicana de Electrogenación	24
	Mexicana de Electrogenación Trigomil	10.9
	Total	890

FUENTE: Comisión Reguladora de Energía, <www.cre.gob.mx/permisionarios/autoabast.html>.

llo de la CFE, esta posibilidad no está ni vagamente contemplada en su desarrollo futuro.⁶

Desafortunadamente, en los planes del gobierno federal la apuesta hacia una mayor apertura a las energías renovables en el sistema energético nacional todavía tendrá que esperar varios años y nuevas coyunturas políticas, económicas y ambientales que sean favorables para dar a las energías renovables el lugar preponderante que deberían comenzar a tener, en un nuevo modelo de sistema energético que pueda responder mejor hacia la sustentabilidad de este importante sector de la economía.

En los próximos años, México seguirá apostando casi todo a los combustibles fósiles, propios o importados; no parece importar su procedencia, ni tampoco las divisas que se van en la importación de estos energéticos (más de once mil millones de dólares en 2004) y desde luego, sin temor a la pérdida de la seguridad energética, al parecer un tema de baja prioridad para el gobierno.

Conclusiones

El viejo sistema energético nacional se precipita irremediabilmente a una paralización preocupante, ya sea por una drástica disminución de nuestras reservas petroleras o por presiones inaceptables por parte de los gobiernos que controlan las exportaciones de energéticos de México.

Las energías renovables son una real y segura alternativa energética para México, tanto en sus aplicaciones térmicas como eléctricas y cada año se incrementa su uso, a pesar del casi nulo apoyo gubernamental o de apoyos fiscales.

La mayor parte de estas tecnologías con energías renovables están maduras técnicamente y son competitivas en el corto plazo en costos de generación, sin considerar externalidades. Evidentemente, en el mediano y largo plazos su viabilidad técnica y económica superan ampliamente a cualquier otra tecnología que utilice combustibles fósiles.

Se bloquean y postergan sistemáticamente en México grandes proyectos de desarrollo con energías renovables, sólo por un conservadurismo exagerado por parte de las empresas energéticas públicas y por la necesidad en desarrollar proyectos gigantescos que reproducen las malas prácticas con sistemas de generación centralizados.

⁶ Sener, "Prospectiva del sector...".

No hay voluntad por parte de los dirigentes del sistema energético nacional de cambiar nuestra visión energética conservadora, y petrolera de corto plazo, ni mucho menos de integrar la industria al relanzamiento de un nuevo proyecto de desarrollo de infraestructura energética donde se privilegie el uso masivo de las energías renovables.

Fuentes

CEPAL-SEMARNAT

2004 “Evaluación de las externalidades ambientales de la generación termoeléctrica en México”, 22 de noviembre, en <www.semarnat.gob.mx>.

COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA

<www.cre.gob.mx>.

CONAE-SENER

1995 “Estudio de la situación actual de la minihidráulica nacional y potencial en una región de los estados de Veracruz y Puebla”, en <www.conae.gob.mx>.

SENER

2003 “Balance nacional de energía 2003”, en <www.energia.gob.mx>.

2004 “Prospectiva del sector eléctrico 2004-2013”, en <www.energia.gob.mx>.