



## La transición energética y México como exportador de petróleo.

### Nuevas dimensiones del análisis y de las políticas energéticas

Ángel de la Vega Navarro\*

En la actualidad, a pesar de las turbulencias en diferentes planos, se debate acerca de una nueva fase en el desarrollo de la economía mundial, la cual incluiría posiblemente periodos de crecimiento acompañado de profundas transformaciones estructurales. En ese contexto se investiga y discute el lugar que corresponderá a la energía, con referencia a pasadas transiciones. ¿Cómo se produjeron esas transiciones y hasta dónde el conocimiento de esos hechos puede ilustrarnos acerca de la necesaria transición de los combustibles fósiles hacia una base energética más diversificada en la que energías renovables y más limpias ocupen un lugar preponderante? Como ha señalado Bairoch (1983), los cambios en el volumen y la estructura del consumo de energía han sido aspectos fundamentales de las revoluciones tecnológicas e industriales. Éstas, conjuntamente con las transiciones energéticas han reactivado en determinados periodos históricos, de manera duradera y en profundidad la actividad económica.

Uno de los factores de las transiciones energéticas han sido los límites del sistema energético anterior, de manera particular en cuanto a la disponibilidad de recursos físicos (leña, aceites animales, carbón), asunto que en la actualidad engloba al conjunto de energías fósiles. Son éstas las que constituyen el sustento predominante de los sistemas energéticos contemporáneos y su carácter finito; así como otras características plantean problemas relacionados con su disponibilidad y formas de acceso, con su explotación y transporte, además de los riesgos geopolíticos. Ha regresado así, aunque en nuevos términos, el tema de los límites de la producción de energéticos no renovables y sus implicaciones en varios ámbitos. *Depletion* y *peak oil* son términos que se escuchan en muchos foros y sobre los cuales se debate insistentemente. Jean-Marie Martin-Amouroux (2006), por ejemplo, después de examinar trabajos y tesis recientes sobre esa temática llega a la conclusión de que la crisis geológica (*depletion*) no llegará probablemente tan rápido como algunos lo afirman, pero conjuntamente con la crisis ecológica (cambio climático) se exacerbarán cada vez más las crisis geopolíticas (conflictos por el acceso a los hidrocarburos) y económicos (la carrera entre los precios y las inversiones).

\* Profesor/Investigador del Postgrado de Economía (Facultad de Economía) y del Postgrado de Energía (Facultad de Ingeniería) de la UNAM; miembro del Sistema Nacional de Investigadores ([adelaveg@servidor.unam.mx](mailto:adelaveg@servidor.unam.mx)). En la actualidad (enero-julio 2006) se encuentra en el Centro de Estudios e Investigaciones Internacionales de la Universidad de Montreal como primer titular de la "Cátedra sobre México Contemporáneo". Una versión inicial de este trabajo fue presentada en el Seminario Nacional "Agenda del desarrollo 2006-2020", dentro del tema "Política Industrial Energética", UNAM, 15 de marzo de 2006.

En este trabajo se examinará la evolución reciente de los precios del petróleo llevando la reflexión al ámbito estructural en el cual afloran factores que conducen a plantear la necesidad de una transición energética. Situaremos ésta en una perspectiva histórica y examinaremos algunas de las implicaciones para México, como exportador de petróleo.

### **El precio de una *commodity* atípica que tiene fuertes implicaciones.**

#### **Problemáticas y preguntas**

El sector energético, el más grande de la economía mundial, y el petróleo, su componente dominante, están de nuevo en el centro de la actualidad. La razón más inmediata es la evolución reciente de los precios del petróleo que si bien no ha alcanzado aún los niveles del segundo *shock* de los años setenta, replantea cuestiones centrales tanto desde el punto de vista energético como de otros relacionados con el desarrollo futuro de la economía mundial.

El petróleo no tiene ya la presencia que tuvo hace 30 años: su participación en el consumo total de energía primaria ha disminuido en términos relativos. En la actualidad se está lejos de una tasa de crecimiento promedio anual del consumo de petróleo de 7%, como la del periodo 1965–1973, es decir antes de los *shocks* de los años setenta. También la intensidad del consumo energético se ha reducido, sobre todo en los países desarrollados, tanto a causa de una mejor utilización de los energéticos, como de cambios en la estructura económica que se han traducido en la terciarización de las economías, en la extensión de la llamada economía de la información y del conocimiento y en una desconexión entre el aumento del ingreso y el crecimiento del consumo energético. Los cambios son visibles sobre todo en las economías más desarrolladas, en comparación con lo que fueron hasta la primera mitad de la década de los setenta las intensidades energéticas y las elasticidades del consumo en relación con el ingreso. Recientemente ciertas preocupaciones ambientales, en particular relacionadas con el cambio climático, han introducido nuevas motivaciones para desconectar el uso energético del crecimiento del producto y en consecuencia "descarbonizar" la economía.

En años recientes, ha mejorado también la eficiencia en el consumo de combustibles y se han dado ciertas sustituciones entre fuentes de energía, sobre todo en el campo mismo de las energías fósiles. El gas natural ha aumentado su presencia en los balances energéticos y se está dando un regreso del carbón, a pesar de que se le había ya condenado a desaparecer como energético hace apenas tres décadas.

A pesar de esas evoluciones en cuanto a la presencia de la energía en los procesos económicos, en particular del petróleo, no es indiferente si los precios internacionales de éste energético se encuentran por debajo de los 10 dólares, como sucedió en 1998, o si mantienen la línea ascendente que, con algunos altibajos, se inició en 1999 hasta alcanzar los niveles inesperados de años recientes (el West Texas Intermediate pasó de 20 a 30 dólares el barril en 2000–2002, a más de 70 dólares en abril de 2006). ¿Se mantendrá en los próximos años esa tendencia, lo cual sería coherente con los análisis

que plantean un cambio estructural en el mercado petrolero? ¿Se trata solamente de un fenómeno cíclico ("todo lo que sube tiene que bajar"), lo cual significaría que en un plazo relativamente corto se pondrían en marcha mecanismos compensadores –de mercado o de otro tipo– que llevarían de nuevo a una caída de los precios?

¿Con una perspectiva de más largo plazo, la tendencia al aumento de los precios puede verse como una señal de una crisis petrolera? Ciertamente es que aunque existen márgenes, tanto desde el punto de vista tecnológico como institucional, para empujar a la derecha el *peak oil*,<sup>1</sup> éste llegará inexorablemente, tratándose de recursos finitos. El alza de los precios por encima de lo que a fines de los años noventa se creía un precio de equilibrio instalado por varios años (18-20 dólares), ha puesto de nuevo en la palestra la discusión acerca de las capacidades de producción y de las reservas, en el corto y mediano plazo, y de los recursos disponibles en sus diferentes acepciones, en un plazo más largo. En ese sentido el alza de los precios estaría indicando, no solamente restricciones temporales en las capacidades de producción, las cuales podrían revertirse en un plazo relativamente corto incrementando las inversiones, sino que estaría ya señalando el fin del petróleo fácil y barato. El mundo se estaría acercando así al final de la era del petróleo.

¿Pueden los países exportadores, ante el aumento de los precios, pensar que tienen aún un horizonte lejano para continuar exportando y gozando de una renta, sin preocuparse por construir una base energético-económica adecuada a una era pospetróleo? Por parte de los países desarrollados, el que tomen medidas y políticas concretas en esa dirección (un mayor impulso a la investigación, por ejemplo) va a depender del nivel que alcancen los precios y de su permanencia. A ese respecto, la realidad está planteando nuevas preguntas, por ejemplo: ¿a partir de qué nivel los precios del petróleo pueden incidir de manera drástica sobre la demanda, al mismo tiempo que abren perspectivas duraderas para hacer rentables otras fuentes? Con algunas interrupciones el aumento de los precios ha sido sostenido desde 1999 y la demanda no se ha visto afectada: por el contrario ha venido aumentando de manera importante. Cuando entre 1991 y 2002 el crecimiento promedio anual apenas se acercó al millón de barriles diarios, la demanda petrolera mundial creció, según datos de la Energy Information Agency (EIA), 1.5 millones de barriles diarios en 2003, 2.6 en 2004 y 1.1 en 2005. En ese periodo los precios más que se duplicaron, lo cual se explica precisamente, en parte cuando menos, debido a esa demanda creciente, proveniente sobre todo de Estados Unidos y de países con fuerte crecimiento como China e India.

El desarrollo de alternativas a los hidrocarburos depende de precios que se sostengan de manera duradera por encima de los 40 a 50 dólares,<sup>2</sup> al mismo tiempo que permiten fortalecer las políticas orientadas a la eficiencia energética. Sin embargo, por parte de los países consumidores

<sup>1</sup> Según los trabajos que se han agrupado bajo este término, la producción global de petróleo alcanzará un pico máximo en un futuro más o menos cercano, a partir del cual la producción declinará inexorablemente. El análisis se ha extendido hacia otros recursos no renovables como el carbón y el gas natural.

<sup>2</sup> Según CERA (Cambridge Energy Research Associates), cuando los precios del petróleo se encuentran en 40 dólares, son económicamente viables las arenas bituminosas, el etanol brasileño basado en caña de azúcar, el GTL (Gas-to-liquids) y el CTL (Coal-to-liquids); cuando esos precios se encuentran en 60 dólares, es viable el etanol de Estados Unidos basado en cereales y en 80 dólares, el biodiesel.

las respuestas son ambiguas: por un lado expresan preocupaciones por el impacto macroeconómico (inflación, crecimiento), pero, por el otro, saben que requieren precios muy elevados para incidir sobre la demanda de petróleo e impulsar la investigación en fuentes alternas. Desde los *shocks* de los años setenta se da una clara relación entre el nivel de los precios del petróleo y los gastos de investigación en el sector energético: aumentaron fuertemente después de esos *shocks*, y desde mediados de los años ochenta hasta una fecha muy reciente disminuyeron de manera regular.

Los países de la OPEP no ven necesariamente con buenos ojos un aumento de los precios más allá de ciertos límites. Su objetivo es mantener una demanda *adecuada* de petróleo a un precio *conveniente*. Ni precios muy bajos ni muy elevados. Estos últimos pueden incidir sobre la demanda, hacen que sea rentable el petróleo de países no-OPEP y el uso de energías alternas. ¿Podrá esa organización asumir un papel duradero en el modo de regulación de los precios? ¿Podrá hacerlo sola o requerirá cooperar con países no-OPEP como México? ¿Debe encarar un cambio en las tendencias actuales del consumo y la posible utilización, más cercana de lo que es posible imaginar en la actualidad, de sustitutos limpios y renovables? ¿Permanecerá indiferente a las nuevas construcciones institucionales y regulatorias en el nivel internacional que, como el Protocolo de Kyoto, podrán incidir cada vez más en materia energética? Son preguntas que un país exportador de petróleo como México no puede perder de vista, a pesar de las urgencias de la coyuntura.

Ahora bien, no solamente los precios cuentan. La transición no la hará solamente el mercado. Tampoco se puede confiar en un determinismo tecnológico (siempre se introducen en el mejor momento las tecnologías producidas por un específico estado del conocimiento) o económico (basta que una tecnología sea competitiva para que sea adoptada). Es interesante ver cómo en la actualidad preocupaciones sobre la seguridad energética están llevando progresivamente a países desarrollados a políticas de un perfil más intervencionista, tanto internas como externas, en relación con las que prevalecieron en los años noventa. En el ámbito global, otras preocupaciones como las ambientales que no pueden ser tomadas en cuenta plenamente por los mercados, también están obligando a retomar la discusión sobre el papel de las políticas y la intervención de los gobiernos. Un nuevo paradigma está así tomando forma en el plano energético, a través de elaboraciones que requieren un "radical rethinking of the role of privatization, liberalization and competition in achieving the new priorities, an hence a recasting of energy policy itself".<sup>3</sup>

Al hablar de precios y de sus impactos, se acepta generalmente que los recientes aumentos de precios han sido absorbidos con más facilidad en comparación con lo que sucedió en los años setenta. Los impactos son diferentes, sin embargo, según las características de los países: ¿cuáles serán los que sufrirán más por el aumento de los precios?, ¿cuál será el impacto de una energía más costosa? Edmilson Moutinho dos Santos (2006), al plantear esas importantes preguntas muestra que serán los países pobres los que sufrirán más de la posible escasez futura del petróleo y de los precios elevados. Ello se

<sup>3</sup> Dieter Helm, 2005, p. 3.

explica, principalmente, por su falta de tecnología, mientras que es precisamente la tecnología y una productividad elevada la que ha ayudado a los países desarrollados a reducir sus restricciones energéticas. Por ello, de su análisis deriva la propuesta de un "nuevo paradigma energético" basado en la tecnología como una condición básica para acceder a una energía que será cada vez más costosa. Tecnología y energía continuarán estrechamente ligadas, como lo han estado en la historia de las transiciones energéticas.

### Las lecciones de la historia para situar las tendencias y los desafíos contemporáneos

Desde el inicio de la revolución industrial han aparecido crisis energéticas, sin que se haya detenido el crecimiento económico. Esa revolución y las revoluciones industriales y tecnológicas que la siguieron se han acompañado de transiciones energéticas que conjuntamente han producido ondas largas de crecimiento.<sup>4</sup> Sin embargo, no se había hecho presente una presión de conjunto sobre los recursos como la actual, aparejada con la globalización, ante el elevado consumo de países desarrollados como los Estados Unidos y con la entrada de nuevos países a un estilo de desarrollo altamente consumidor de energía, como es el caso de China e India. El crecimiento del consumo energético de China ha alcanzado tasas realmente impresionantes: en 2004 el consumo de carbón creció 14.4%, el de petróleo 13.7% y el de gas natural 18.5 %. Esta situación presiona los recursos, las capacidades de producción, los mercados internacionales, y también el contexto geopolítico: China se confrontará cada vez más con sus vecinos y competidores asiáticos para acceder a los recursos energéticos y a más o menos largo plazo también con el principal consumidor de energía, Estados Unidos. Este país ha definido como un eje fundamental de su política exterior la seguridad del aprovisionamiento energético, uno de cuyos aspectos es el acceso prioritario a los recursos mundiales. Pueden preverse confrontaciones ante la importancia creciente que adquirirán las reservas del Medio Oriente.

La transición hacia un nuevo sistema energético tiene entonces implicaciones diversas y será conducida por una combinación de factores: energéticos, económicos, tecnológicos e institucionales. Se requieren cambios no solamente en los bienes que se consumen, sino también en las tecnologías y los equipos para producir, distribuir y consumir energía, en las infraestructuras urbanas y de transporte, en el conocimiento científico y técnico, en las instituciones que enmarcan el comportamiento de los actores y organizaciones que tomarán decisiones y actuarán concretamente en la esfera energética.

Esos cambios han estado presentes históricamente en las transiciones energéticas vinculadas a transiciones tecnológicas e industriales. La historia nos muestra que los sistemas energéticos se ven afectados por los cambios de paradigmas tecnológicos; que los sistemas energéticos han estado en

<sup>4</sup> Las referencias ineludibles sobre esta temática son los trabajos de Kondratiev y Schumpeter, así como trabajos más recientes como el de Freeman Chris y Louca Francisco (2001). En el seminario del Campo de Conocimiento de Economía Política del Posgrado de Economía de la UNAM el autor de este trabajo hizo una exposición preliminar sobre "La transición energética y México como exportador de petróleo", 13 de abril de 2005, relacionando el tema con los trabajos arriba señalados.

el centro de las grandes "olas de destrucción creadora" (Schumpeter). En las transiciones pasadas los límites del sistema anterior han estimulado las innovaciones ¿Hasta qué punto los límites del sistema prevaleciente (recursos finitos, medio ambiente) están estimulando las innovaciones adecuadas?

En la actualidad se plantea, de manera cada vez más aguda, la compatibilidad entre satisfacción de necesidades energéticas crecientes y la protección del ambiente. Las posibles soluciones dependerán del cambio tecnológico, pero también de nuevas construcciones institucionales y regulatorias internacionales (Protocolo de Kyoto).

Desde el punto de vista tecnológico, ¿cuáles son las posibilidades para construir un modelo energético más respetuoso del medio ambiente y cómo lograrlo? Los cambios siempre se han dado mediante luchas entre defensores de uno u otro modelo (lobbies, intereses). ¿Cuáles son hoy en día las fuerzas en presencia? ¿Otro modelo es posible, pero ciertas fuerzas sociales lo bloquean?

Desde hace algunos años se desarrolla una revolución tecnológica e industrial alrededor de la informática, de la electrónica, de las biotecnologías y de los nuevos materiales. Esos cambios tecnológicos afectan sin duda a los sistemas energéticos, aun si tienen que ver más con *información* que con energía.

Un nuevo sistema tecnológico ha emergido así gradualmente en el último cuarto de siglo. Las tecnologías que lo componen y que forman un sistema han traído consigo nuevas relaciones energía-economía (cambios en: elasticidad energía/PIB, en la intensidad energética y, aunque en menor proporción, también en el consumo per cápita).

Ese nuevo sistema tecnológico implica nuevas vías para los sistemas energéticos:

- Las necesidades de servicios energéticos y su satisfacción se han modificado.
- Los sistemas energéticos descentralizados demuestran ser más eficientes.
- Los cambios tecnológicos en curso afectan la organización de las industrias y empresas energéticas y requieren la instauración de nuevos marcos institucionales y regulatorios.
- Cambios institucionales y competitivos provocados por la globalización y la desregulación están transformando en profundidad las industrias energéticas.
- Los procesos de innovación se llevan a cabo de manera interactiva, a través de nuevas redes de creación tecnológica.

Este último aspecto está tomando una gran fuerza. Por ello es preciso analizar la dinámica tecnológica de las industrias energéticas en un sentido amplio, incluyendo como actores centrales tanto a los proveedores de los equipos como a las industrias productoras de energía.<sup>5</sup> La intensidad de la investigación y desarrollo (I&D) se ha reducido dentro de las empresas energéticas, pero no dentro de las industrias entendidas en ese sentido amplio que implica la participación de varios actores y la instauración de nuevos mecanismos de coordinación.

<sup>5</sup> Véase Jacquier-Roux y Bourgeois, 2002. Estos autores constatan un cambio general de la producción tecnológica en las industrias energéticas, de los operadores a los proveedores y de nuevas estrategias en el contexto de redes coordinadas.

### **Cambios, pero en un contexto en el que persisten tendencias básicas respecto al peso del petróleo**

- Según los estudios prospectivos disponibles, la demanda mundial de energía primaria continuará creciendo con los combustibles fósiles como la principal fuente. Según la IEA (Agencia Internacional de la Energía), en ausencia de nuevas políticas gubernamentales o de un despliegue acelerado de nuevas tecnologías, la demanda de energía crecerá 60% de ahora al 2030. Un 85% de ese crecimiento corresponderá a combustibles fósiles emisores de carbono: petróleo, gas natural y carbón, lo cual requerirá de billones de dólares en inversiones para expandir la oferta energética.
- Sobre todo por el lugar que continuará teniendo el petróleo en el consumo energético, particularmente en aspectos centrales del modo de vida prevaleciente como el transporte, la relación entre el PIB per cápita y el consumo de petróleo se modificará sólo de manera lenta los próximos años en términos globales. En determinados países o zonas el consumo *per cápita* aumentará ineluctablemente. En la actualidad, en términos de barriles anuales consumidos por persona se tienen fuertes contrastes: EUA (24), China (1.2), India (0.9), resto del mundo (4.4).
- El fin de la era del petróleo no es pues inmediata: el camino será largo todavía para encontrar, por ejemplo, una alternativa viable y comercial al motor de combustión. La International Energy Agency (IEA) lo ha planteado así: "A pesar de todos nuestros esfuerzos para desarrollar energías renovables, la parte del petróleo apenas disminuirá durante los próximos 30 años".

### **Desafíos ante las tendencias señaladas**

Para la industria petrolera mundial (con implicaciones para México):

- Producir cada vez más cada año para hacer frente a la demanda, a pesar de la declinación natural de los yacimientos.
- Aumentar capacidades de producción (es decir aumentar la inversión en exploración y producción, que ha sido insuficiente en años recientes, sobre todo por parte de las compañías petroleras internacionales).
- Optimizar la producción en las zonas maduras.
  - Desarrollar el *offshore* profundo y ultraprofundo.
  - Asegurar la transición hacia los petróleos no convencionales.
  - Favorecer el surgimiento de carburantes de síntesis.

Los cuatro primeros puntos tienen que ver con actividades de base para las cuales la industria petrolera mundial cuenta con la tecnología y con la capacidad de tomar los riesgos inherentes a esas actividades. Los dos últimos puntos tienen que ver con una transformación que está teniendo lugar y que en México se debe observar con mucha atención. La industria petrolera está pasando de las ac-

tividades más o menos complejas de exploración y extracción de hidrocarburos a actividades propiamente manufactureras altamente intensivas en tecnología. El resultado serán nuevas combinaciones o mezclas en las que estarán aún presentes derivados provenientes del petróleo, pero junto con otros combustibles que se sitúan en el campo de las energías alternativas. Esta evolución no solamente puede ampliar la vida de las reservas, sino de hecho reorganizar a fondo la industria, ya que se darán presencias y asociaciones inéditas con nuevos actores.

Todos esos esfuerzos parecen, sin embargo, enfrentar una realidad ineludible: el carácter finito de los recursos. En la actualidad ese tema se ha visto renovado por la recuperación de los trabajos de K. Hubbert<sup>6</sup> y la discusión reciente en torno al *peak oil*.

### **Nuevas fuentes necesarias por agotamiento de las no renovables, por razones ambientales y por aumento de la demanda**

De lo que se trata en resumen es de posponer la fecha del agotamiento de las fuentes actualmente existentes, de ampliar la gama de fuentes de energía y de reducir costos. Entre las nuevas tecnologías destacan las pilas de combustible con base en hidrógeno, pero también se encuentran nuevos desarrollos relacionados con la energía solar, con la biomasa, con la eólica. De manera gradual pero ineluctable nuevas fuentes de energía predominarán, por razones tanto tecnológicas como ambientales y relacionadas con el aumento de la demanda global. Estados Unidos y varios países europeos desarrollan ya importantes planes de investigación en fuentes alternas de energía que además de ser más limpias reduzcan la dependencia del petróleo proveniente del exterior. Otros países con los que México se puede comparar, como India, China e incluso Brasil parecen entender mejor esas perspectivas, probablemente por no ser exportadores de petróleo y porque sienten amenazado su desarrollo por su dependencia petrolera.

También algunas empresas energéticas, incluidas petroleras, han empezado desde hace años a tomar cartas en asuntos relacionados con la transición energética. En general, pues, países y actores importantes en la escena energética se hacen presentes en la búsqueda de nuevos combustibles bajos en carbono y no desdeñan interesarse en las energías renovables (solar, biomasa, eólica) o en desarrollos de nuevos vectores de oportunidades tecnológicas. De hecho es necesario visualizar un futuro energético en el cual todas las fuentes desempeñarán un papel, sin que, como ha sucedido en otras transiciones, predomine una de ellas haciendo pasar a las demás a planos secundarios.

### **Un cambio fundamental de enfoque**

Algunas reflexiones contemporáneas plantean preguntas que rompen con los marcos establecidos y las tendencias señaladas arriba, respecto al aumento de la producción y consumo de energía y al lugar del petróleo: ¿Existe realmente la necesidad de una producción y un consumo abundantes de energía?

<sup>6</sup> Una presentación del modelo de Hubbert se encuentra en Ángel de la Vega Navarro, 1999.