

Ciencia y tecnología: ¿olvidadas en la **REFORMA PETROLERA?**

Mariano Bauer

La reforma petrolera –no energética, dado que esto último es asunto mucho más amplio, con facetas tecnológicas, económicas y sociales– ha sido fundamentada en un diagnóstico de la situación de Petróleos Mexicanos (PEMEX; Secretaría de Energía, 2008). Éste se enfoca primordialmente al déficit en reposición de reservas y en capacidad de refinación generado por el manejo financiero y presupuestal que las instancias ejecutiva y legislativa del Estado han aplicado durante muchos años, dando como resultados la falta de inversión y el endeudamiento. El dilema que se presenta está entre recuperar un cierto nivel de seguridad e independencia energética, o confiar en los mercados internacionales para surtir la demanda creciente de petrolíferos, utilizando los recursos de la exportación de crudo en desarrollos productivos (Bauer y Elizalde, 2008).

El diagnóstico es ciertamente incompleto y no es nuestro propósito completarlo. Sin embargo, de las reformas legislativas propuestas se puede inferir que nuestra industria petrolera adolece también de una limitada capacidad científica y tecnológica en áreas de frontera, por lo cual necesita asociarse con empresas que sí la han desarrollado.





Pero más que discutir si los montos
son suficientes o no, la pregunta
importante hoy es:
¿Están la ciencia y la tecnología
presentes en las premisas de los cambios
necesarios en PEMEX?

Ahora bien, hace cuarenta y tres años el entonces director general de PEMEX, Jesús Reyes Heróles, enunció claramente la necesidad de investigación y desarrollo tecnológico propios. Bajo el *dictum* "...la acumulación de saber técnico no es menor en rango a la formación de capital", creó el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Sin ignorar los logros y aportaciones de este instituto a través de los años, cabe preguntarse por qué no ha generado los elementos de competitividad que la industria necesita ahora, a la par de instituciones semejantes en otros países, como el Instituto Francés del Petróleo (IFP), que cuenta hoy con más de 12 mil patentes vigentes, o el Centro de Investigación y Desarrollo Américo Miguez de Mello (CENPRES), de PETROBRAS, compañía petrolera estatal brasileña que hoy es líder en exploración y producción en aguas profundas.

La respuesta está posiblemente en que el IMP nunca ha contado con una asignación previsible y sostenida de recursos, condición necesaria para emprender proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de largo aliento. Contrasta esta situación con lo ocurrido en los casos de Francia y Brasil: al IFP se le asignó de inicio un porcentaje de la venta de todo litro de combustible en Francia, mientras que PETROBRAS invierte sistemáti-

camente 1 por ciento de su facturación bruta en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Sólo por primera vez en diciembre de 2005 aparece algo semejante en una reforma a la Ley Federal de Derechos, donde se obliga a PEMEX Exploración y Producción a pagar un derecho anual para la investigación científica y tecnológica equivalente al 0.65 por ciento del valor del petróleo crudo y el gas natural extraídos en el año (en un decreto del Congreso, de octubre de 2007, se establece un transitorio por el cual ese porcentaje se alcanzará hasta el 2012, iniciando con un 0.15 por ciento en 2008). La recaudación anual será distribuida como sigue: 63 por ciento al Fondo Sectorial Conacyt-SENER- Hidrocarburos; 2 por ciento al mismo Fondo para la formación de personal; 15 por ciento al Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Instituto Mexicano del Petróleo, y 20 por ciento al Fondo Sectorial Conacyt-SENER-Fuentes Alternas.

Aun con este retraso, todavía no es tarde. Pero más que discutir si los montos son suficientes o no, la pregunta importante hoy es: ¿mantendrá la reforma petrolera propuesta esta asignación? ¿Están la ciencia y la tecnología presentes en las premisas de los cambios necesarios en PEMEX?

El petróleo seguirá siendo la base del sistema energético mundial, y en particular del de México, por muchos años. La necesidad de investigación y desarrollo tecnológico sigue vigente por las dificultades crecientes que presentan la exploración y explotación de los yacimientos conocidos y por descubrir, así como por el tipo de crudos que se espera encontrar, en general más pesados, y del petróleo no convencional que se está empezando a explotar. Cabe recordar que el valor comercial de una tecnología nueva no se limita a la aplicación que se haga localmente, sino también a la demanda que tenga en otros lugares.

Además, se sabe ya lo que hay que hacer. En 2001, el Instituto Mexicano del Petróleo llevó a cabo una extensa prospectiva de ciencia y tecnología para la industria petrolera, enfocada a cruzarla con la capacidad de investigación existente en el propio instituto y a identificar oportunidades y nichos en los que un esfuerzo sostenido fortalecería a PEMEX en su desarrollo futuro. En este proyecto (promovido y coordinado por



el doctor Nicolás Domínguez, hoy en la Universidad Autónoma Metropolitana-Atzacapozalco) se involucró a una centena de investigadores, ingenieros y técnicos tanto del Instituto Mexicano del Petróleo y de PEMEX como de las instituciones de educación superior que desarrollan investigación básica afín.

Por considerar que sus conclusiones son todavía vigentes y de interés para la comunidad científica, a continuación se presenta una sinopsis, elaborada por el presente autor, participante en este proyecto, del reporte final titulado “Prospectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025” (Instituto Mexicano del Petróleo, 2001). La sinopsis es como sigue:

Propósito

Este estudio fue desarrollado para proveer a la Secretaría de Energía y a Petróleos Mexicanos de una Prospección de Investigación y Desarrollo Tecnológico del sector petrolero hacia 2025 en México, en la que el Instituto Mexicano del Petróleo esté activo

en la generación de tecnología innovadora propia, apreciable y comercializada internacionalmente, con base en oportunidades y líneas de acción identificadas en los contextos nacional e internacional, asegurándole así al país y a la industria del petróleo mayor rentabilidad, menor impacto ambiental y una interdependencia provechosa y no subordinada.

Marco de referencia

El sector energético mexicano tiene el reto de contribuir al proceso de desarrollo económico de manera sustentable, atendiendo a la preservación y al mejoramiento del medio ambiente.

La industria petrolera se mantendrá, en el periodo que abarca este estudio, como la principal fuente de suministro de energía en México. Esto destaca, en primer lugar, la necesidad de aumentar las reservas y la producción de hidrocarburos del país con recursos no explotados y con una explotación mejorada de los actuales.

La presencia creciente de crudos pesados, en conjunción con la demanda acentuada de combustibles



© Miguel Ángel Rodríguez/Procesofoto

limpios por consideraciones ambientales, requiere de cambios significativos en los procesos de refinación, que a su vez generen cada vez menos emisiones.

Se tendrán cambios estructurales para lograr mayores beneficios económicos: entre ellos, la integración de una refinería petroquímica orientada a productos de alto valor agregado y con generación de energía eléctrica.

En lo que respecta a la petroquímica, la apertura de mercado hará necesario contar con una cuidadosa planeación estratégica y tecnológica a partir de la cual se mantengan aquellas cadenas con alto valor agregado que sean rentables y tengan demanda, con base en un alto contenido de innovación tecnológica.

Los impactos en el medio ambiente locales, regionales y globales del aprovechamiento de los hidrocarburos van a requerir de un análisis sistémico de las cadenas energéticas –convencionales y alternas–, desde la producción hasta el uso final, para cuantificar las externalidades en apoyo de una política no sólo de remediación y control, sino primordialmente de prevención.

Oportunidades, competencias y acciones

En las cuatro plataformas consideradas se ofrecen nichos de oportunidad para investigación y desarrollo tecnológico en el sector petrolero de México. Los criterios principales para seleccionarlos han sido: alta probabilidad de éxito, considerable beneficio económico esperado, y un alto valor estratégico para lograr liderazgo tecnológico y menor dependencia del exterior.

A continuación se muestran, para cada plataforma, las oportunidades consideradas más significativas, así como las competencias que se requieren desarrollar para concretar dichas oportunidades, incluyendo las que requiere cada plataforma y aquellas que son comunes a todas (estas oportunidades y otras adicionales se detallan en el Informe Ejecutivo y en los capítulos correspondientes). Finalmente se indican las acciones generales definidas para impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico en el Instituto Mexicano del Petróleo, que se detallan en el capítulo correspondiente:



Plataforma	Oportunidades	Competencias
Exploración y producción	<ol style="list-style-type: none"> 1) Explotación de yacimientos naturalmente fracturados 2) Exploración y explotación de yacimientos con litología y geometría complejas 3) Exploración y producción de yacimientos en aguas profundas 4) Exploración y explotación de yacimientos de gas 5) Exploración y explotación de depósitos de hidratos de metano 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado geológico de yacimientos • Recuperación mejorada de hidrocarburos • Automatización de instalaciones • Perforación no convencional • Sistemas expertos, robótica
Refinación	<ol style="list-style-type: none"> 1) Crudo sintético a partir de crudo pesado 2) Reducción de azufre en combustibles 3) Procesos catalíticos y catalizadores de alta eficiencia y selectividad 4) Nuevos procesos de separación 5) Nanocatálisis y catálisis enzimática 6) Optimización de plantas y del uso del agua y de la energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de sistemas de proceso • Catálisis y reactores • Tecnologías de proceso y ambientales • Procesos de separación • Combustibles automatización, sistemas expertos, robótica
Petroquímica	<ol style="list-style-type: none"> 1) Evaluación de tecnologías 2) Planeación integral y modernización tecnológica 3) Desarrollo de procesos y técnicas de remediación y mitigación de la contaminación 4) Desarrollo de catálisis combinatoria y diseño por computadora de catalizadores para procesos críticos 5) Evaluación integral de plantas y procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación tecnológica • Evaluación de tecnologías • Catálisis y reactores
Medio ambiente	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sistemas de análisis de riesgo y vulnerabilidad ambiental 2) Sistemas de prevención y control de emisiones y descargas de contaminantes 3) Sistemas de evaluación de impacto en ecosistemas marinos asociados a la actividad petrolera 4) Sistemas de reducción de gases de invernadero 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sistémico de riesgo ambiental de cadenas energéticas • Modelado de la propagación y transferencia de contaminación • Monitoreo, control, prevención, mitigación y remediación

Las competencias comunes y disciplinas de impacto en las áreas de oportunidad que deben impulsarse y fortalecerse, o bien implantarse y desarrollarse, son:

Competencias existentes	<p>Síntesis química y catálisis: la síntesis basada en catálisis es el soporte de 60 por ciento de los productos químicos y 90 por ciento de los procesos químicos actuales.</p> <p>Monitoreo y análisis ambiental: conforman la base de la identificación de necesidades tecnológicas y elaboración de políticas para el control, la remediación y la prevención de los impactos ambientales del sector energético.</p>
Competencias en desarrollo	<p>Bioteología: conjunto de tecnologías encaminadas a la producción de bienes y servicios mediante la utilización de sistemas biológicos o sus productos.</p> <p>Simulación molecular: herramienta indispensable en el desarrollo de nuevas tecnologías que involucren el conocimiento a nivel molecular de procesos, operaciones y materiales.</p>
Competencias nuevas	<p>Modelación matemática: modelos matemáticos propios de aplicación a necesidades únicas de investigación y desarrollo tecnológico en las plataformas.</p> <p>Ciencias de la computación y programación para aprovechar la capacidad de cómputo (<i>hardware</i>) del futuro para modelación matemática, y aplicación de inteligencia artificial, robótica y sistemas expertos en la industria petrolera.</p>

Acciones generales

- Adecuar la planeación estratégica y tecnológica, apoyada en ejercicios continuos de prospectiva, para identificar los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en congruencia con las áreas de desarrollo definidas.
- Orientar las acciones de investigación y desarrollo tecnológico hacia un enfoque de innovación tecnológica como la parte esencial del negocio.
- Concretar alianzas con empresas e instituciones de educación superior para fortalecer y complementar las competencias internas.
- Estructurar esquemas más completos de monitoreo tecnológico para proponer opciones de desarrollo para la industria petrolera con base en el avance de la ciencia y la tecnología.
- Promover la definición de la normatividad, los planes y las políticas nacionales que aseguren el desarrollo de la investigación y el desarrollo tecnológico.

A modo de conclusión del presente artículo, el autor está consciente de que esta sinopsis no refleja a plenitud la riqueza de información y de análisis contenida en el documento citado. Hacerla del conocimiento de la comunidad científica conlleva el propósito de que ésta se interese en conocer a detalle la prospectiva para actualizarla y enriquecerla en función de desarrollos científicos recientes que sean pertinentes. Y más aún, se movilice para hacer consciente al Estado de la necesidad de implementar el apoyo sistemático y continuado que requieren los proyectos científicos y tecnológicos de largo alcance, tan necesarios para un sector energético de primer mundo.

Bibliografía

- Bauer, M. y A. Elizalde (2008), "Mexico's energy dilemmas in an interdependent world", *Revue de l'énergie*, núm. 582, marzo-abril (en prensa).
- Instituto Mexicano del Petróleo (2001), "Prospectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025", www.imp.mx.
- Secretaría de Energía (2008), "Diagnóstico: situación de Pemex", Secretaría de Energía, www.energia.gob.mx



Mariano Bauer Ephrussi es doctor en física e investigador del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Fue iniciador y director, de 1982 a 1997, del Programa Universitario de Energía de la UNAM, y posteriormente fue comisionado al Instituto Mexicano del Petróleo, hasta 2005. Su investigación (115 trabajos) abarca física nuclear teórica, mecánica cuántica y prospectiva energética y ambiental.
bauer@fisica.unam.mx

