

¿Una sociedad promisoría?



Por el Dr. Conrado F. Varotto, Presidente de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

Durante las Mesas Redondas de Producción que tuvieron lugar en la Argentina Oil & Gas Expo'97, el autor de esta nota dio una conferencia sobre *"Investigación y Desarrollo: supervivencia de la actual Industria Energética"*.

Dada la limitación del espacio, el presente artículo es un extracto de dicha conferencia y sólo se presenta lo básico de la propuesta, sin entrar en cuestiones de detalle técnico. Sin embargo, trata de explicitar los elementos básicos, mostrando cómo la combinación hidrocarburos/nuclear/hidrógeno/espacio, además de ser una solución posible, puede llevar a que el problema sea resuelto a tiempo y dar una oportunidad a las futuras generaciones para actuar sobre la solución propuesta y no sólo para soportarla.

OBJETIVO DEL TRABAJO

- Mostrar que, para la industria energética, la investigación y desarrollo son elementos intrínsecamente necesarios para su supervivencia.
- Pero una supervivencia no directamente atada a la necesidad del avance tecnológico en sí, sino para poder enfrentar los efectos no deseados que la propia industria produce.

MEDIOS PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO

- Utilizar el principal recurso que tiene la Argentina: su materia gris.
- Embarcarse, sin limitaciones conceptuales, en el desarrollo de ciencia y tecnología en un marco de total globalización.

Hoy en día es un imperativo cultural el cuidado del medio ambiente.

Hay una aceptación generalizada de que en los últimos 200 años hemos cometido demasiados errores, que el impacto en el medio ambiente es grave y

Foto: CONAE



Conrado F. Varotto

de que es necesario actuar al respecto.

La industria energética particularmente no escapa a las generales de la ley. En efecto esta industria presenta:

- **Fortaleza primordial:** la humanidad necesita de la energía para su desa-

rollo y bienestar y no puede prescindir de ella.

- **Debilidad primordial:** la generación de energía implica un impacto ambiental no deseable, que puede llegar a no ser admisible en un futuro cercano.

Diferentes trabajos estadísticos, en particular efectuados por organismos internacionales, muestran que hoy en día, hay una correlación bastante directa entre el ingreso per cápita y el consumo medio de energía per cápita de los países.

Si se tiene en cuenta que dos tercios de la población mundial están en niveles de consumo energético per cápita muy inferiores del equivalente en países desarrollados, tenemos aquí una primera y gran llamada de atención. En efecto cualquiera sean las medidas que se pretendan tomar a nivel planetario con el objeto de dismi-

nir el impacto ambiental de la generación y uso de energía sobre el medio ambiente, se deberá tener en cuenta esta realidad so pena de fracasar rotundamente.

También diferentes estudios muestran que, desde 1880 a la fecha, la principal razón para la sustitución de un tipo de generación de energía por otro, se ha dado básicamente por condicionantes de tipo tecnológico que incidieron en el costo de generación y transporte de las unidades de energía. No existen a nuestro entender evidencias objetivas que muestren que este tipo de sustituciones se haya dado, en magnitudes relevantes, por cuestiones relacionadas a la protección del medio ambiente.

Otro aspecto muy interesante es lo que está ocurriendo con los diferentes contaminantes liberados a la atmósfera, como consecuencia de la generación y uso de energía de origen fósil en función del PBI.

En el caso de tres contaminantes típicos: partículas en suspensión, dióxido de azufre y dióxido de carbono, estos estudios muestran que la industria, a medida que aumenta el ingreso per cápita, es capaz de controlar y disminuir la contaminación por partículas sólidas y dióxido de azufre, pero no lo logra con el dióxido de carbono que crece exponencialmente con el incremento de PBI.

Hay varias proyecciones respecto del aumento de consumo de energía per cápita para las próximas décadas, bastante coincidentes. Se espera para el 2015 un incremento del consumo del orden del 70% respecto de los niveles del 90.

Y este incremento se deberá en gran medida al avance en el consumo per cápita de esos países con bajo desarrollo socioeconómico.

¿Podríamos esperar que ese incremento en el uso de combustibles fósiles en los países en desarrollo se vea compensado por un cambio en el tipo de generación de energía en los paí-

ses actualmente avanzados?

La respuesta es negativa. Las diferentes proyecciones basadas en las tendencias históricas, en trabajos prospectivos, particularmente de costos, muestran que la porción de la industria energética basada en gas, carbón y petróleo seguirá gozando de buena salud, si se mantienen los parámetros culturales actuales de aceptación de contaminación media. Entre los tres cubrían el 86% del mercado, en 1993, y se espera que cubran el 87%, en el 2015. Pero de una producción aumentada en casi el 70% para esta última fecha. La proporción entre petróleo, gas y carbón se mantendría aproximadamente en 37%, 24% y 25%.

¿Qué nos espera?

El efecto invernadero

Hoy existe una aceptación generalizada de que el efecto invernadero vino para quedarse. El CO₂ es uno de los principales contribuyentes a este fenómeno.

Hace algunas décadas la discusión estribaba en si tal efecto se daba realmente. Hoy lo que se discute es de qué magnitud de calentamiento promedio estamos hablando en la actualidad y para el 2015 y el 2030.

Cuando se habla de la incidencia de la industria energética en el efecto invernadero, se deben reconocer dos hechos:

- a) Los hidrocarburos están aceptados socialmente y por lo tanto, la población está predispuesta positivamente a aceptar que produzcan efectos no deseados.
- b) Es de esperar que lo máximo que se le llegará a pedir a la industria es que encuentre alguna manera de mitigar su incidencia en el problema, a menos que éste alcance valores dramáticos.

Y esto de los valores dramáticos podría ser real, ya que algunos estudios sobre efecto invernadero predicen incrementos de temperaturas pro-

medio permanentes de tal magnitud, que se haría necesario dejar sin extraer el 90% de los hidrocarburos que hoy se estiman como reservas probables. En otras palabras, **se está comenzando a aceptar que hay un umbral de emisión de CO₂** por encima del cual no se pueden seguir quemando hidrocarburos, ya que el ecosistema no está en condiciones de soportarlo. Debemos recordar que se producen miles de millones de toneladas de CO₂ anualmente.

Sin embargo, por todo lo que analizamos previamente parece utópico imaginar que los países puedan desenvolverse, al menos en las primeras tres décadas del próximo siglo, sin hidrocarburos. Por lo tanto, es válida la pregunta ¿qué hacer?

A continuación, desarrollaremos una propuesta, aunque desde ya no pretendemos que sea la única ni que sea la mejor.

Residuos confinables

Cuando se trata de residuos y contaminantes, es evidente que en la medida en que estos sean confinables, al menos desde el punto de vista técnico, se convierten en un problema manejable. En el caso contrario, podemos tener un serio problema.

Esta parecería ser la situación en el futuro para las emanaciones de CO₂.

Por lo tanto, si pudiésemos encontrar el modo de sustituir el CO₂ por otros residuos/contaminantes confinables, el problema estaría en gran medida resuelto. Nótese que no decimos evitar la emisión de CO₂; entendemos que esto no sería realista. Para ello deberíamos:

- **Buscar caminos que permitan, combinando diferentes fuentes de energía, confinar los residuos resultantes y posibilitar que las generaciones actuales como las futuras, puedan decidir qué hacer con los residuos confinados. Esto con-figuraría un camino hacia una so-**

lución que podríamos considerar "estable".

Mientras tanto:

- **Buscar caminos para retrasar el momento en que se cruce el umbral de CO₂.**
- **Encontrar soluciones semidefinitivas (de validez prolongada).**

Estos configurarían caminos a soluciones intermedias.

Los caminos intermedios

Si analizamos el caso del CO₂, que es uno de los principales contribuyentes al efecto invernadero, pareciera inmediato que si encontráramos la forma de disminuir sensiblemente su producción o tenerlo confinado, estaríamos en una condición sensiblemente mejor que la actual.

Desde ya que hay varios proyectos de investigación orientados a buscar la forma de utilizar los hidrocarburos en forma más eficiente e incluso minimizar las emisiones de CO₂. Y también hay propuestas bastante novedosas, basadas en particular en la combinación de diferentes fuentes de energía.

Entre los caminos intermedios que pueden ayudar a disminuir la cantidad de CO₂ producido por Kw generado pueden mencionarse:

• **Sistemas híbridos.** Una de las muy interesantes propuestas es la

efectuado por profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina, que consiste en combinar un reactor nuclear con turbinas de gas. Este esquema originariamente propuesto para centrales nucleares de baja potencia, tipo CAREM, se vuelve particularmente atractivo en el caso de ciertas centrales nucleares de gran potencia que, por diferentes circunstancias, fueron llevadas a situaciones de rentabilidad muy baja.

• **Celdas combustibles.** Como ejemplo puede citarse el de las celdas de carbonato fundido. Junto a la alta eficiencia de estas celdas, desde el punto de vista ambiental se produce H₂O y CO₂ y no sólo CO₂.

• **Solidificación, almacenamiento y disposición final del CO₂.** En cuanto a las situaciones intermedias, donde se sigan consumiendo grandes cantidades de hidrocarburos e incluso carbón, pero en instalaciones fijas de envergadura, se puede proponer que el CO₂ resultante sea recogido y solidificado con mucha más facilidad que el producido en vehículos. Esto independientemente de que una porción, si bien pequeña, podría tener destino industrial.

Desde ya que el costo de mantener este CO₂ sólido implicaría grandes instalaciones en condiciones lo más adiabáticas posibles. Sería una cuestión muy difícil tanto desde el punto

de vista de la energía necesaria para producir el enfriamiento del CO₂ como por los lugares físicos de los que sería necesario disponer. No olvidemos que hablamos de miles de millones de toneladas anuales.

En la oportunidad que presentamos nuestras ideas sobre la utilización del espacio para la derivación de los residuos nucleares (que trataremos más adelante), un reconocido astrónomo que trabaja con nosotros propuso, con vistas al futuro, enviar el CO₂ directamente a Marte, cuya atmósfera precisamente es básicamente de CO₂.

Esta idea es conceptualmente válida, sólo que se habrá de dar un paso fenomenal en los desarrollos tecnológicos, de modo que permitan el acceso al espacio con costos hoy inimaginables por lo bajos. No olvidemos que deberíamos transportar miles de millones de toneladas de CO₂ al año. A ello habría que agregar los millones de toneladas de materiales, parte de los vehículos de transporte que, en el mejor de los casos, dejaríamos en Marte (suponiendo vehículos de una sola etapa).

Una propuesta de solución estable

• **Generación de hidrógeno a partir de hidrocarburos.** Esta aproximación es en nuestra opinión muy



HENRY HIRSCHEN & CIA. S.A.

Suministros para la industria del petróleo y el gas

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| • TRIETILENGLICOL | • ODORANTES PARA GAS |
| • MONOETILENGLICOL | NATURAL Y LICUADO |
| • MONO-DI-TRIETANOLAMINA | • MEJORADOR DE INDICE DE CETANO |

Av. L.N. ALEM 1110 - 9º PISO - TEL.: 311-8239 • 312-1500 FAX 311-8623 • 312-4512 BUENOS AIRES

atractiva ya que, **combinada** con la **generación energética nuclear** o con los **residuos de la generación nuclear**, podría mostrarse como una de las vías más apropiadas para la solución definitiva del problema de la generación de CO_2 a partir de hidrocarburos. En particular, el H_2 es muy apropiado para el caso de generación de energía en vehículos, una de las fuentes importantes de generación de CO_2 a partir de hidrocarburos.

Los progresos en el desarrollo de métodos para almacenamiento y uso del H_2 que se están produciendo son impactantes. Seguramente, tendremos una oportunidad de apreciarlos cabalmente durante la XII Conferencia Mundial del Hidrógeno, que tendrá lugar en Buenos Aires entre los días 21 y 26 de junio próximos.

Cualquiera sea la solución que se pretenda, en nuestra opinión deberá ser capaz de satisfacer los siguientes requisitos:

- **El problema debe ser resuelto a tiempo.**
- **Se le debe dar una oportunidad a las futuras generaciones para actuar sobre la solución propuesta y no sólo para soportarla.**

Lo limitado del espacio no nos permite explayarnos en este tema. Trataremos, sin embargo, de explicitar sus elementos básicos, mostrando cómo la combinación **hidrocarburos/nuclear/hidrógeno/espacio**, además de ser una solución posible, puede satisfacer los requisitos indicados más arriba.

Cuando un hidrocarburo, por ejemplo CH_4 , es sometido en ciertas condiciones a la radiación nuclear, puede ser descompuesto en C, residuo sólido fácilmente confinable, e H_2 o al menos se polimeriza el CH_4 y permite liberar H_2 en cantidades apreciables. El mismo resultado puede ser obtenido si se somete el CH_4 por ejemplo a un arco eléctrico.

Una muy apropiada fuente de energía eléctrica, así como de radiación,

es la generación nuclear de energía.

Esta generación tiene una característica que la hace única: sus residuos, si bien indeseables en gran medida, son inherentemente confinables. Y más aún, cualquier liberación accidental que pudiese producirse de los mismos, es fácilmente detectable.

La facilidad de confinamiento de los residuos nucleares permite no sólo reprocesarlos para recuperar lo valuable, sino también que la tecnología moderna avizore con bastante optimismo la **disminución drástica** de los mismos a través de **reacciones de transmutación** inducidas. Los trabajos del premio nóbel Rubbia son muy promisorios en este sentido.

Si una generación humana en un momento dado considera que ni siquiera acepta almacenar las mínimas cantidades residuales no transmutadas, le queda la posibilidad de enviarlos a algún **lugar del espacio**, que sea aceptable. Hay muchas alternativas para ello, que por diversas razones podrían ser aceptables.

La evolución de la tecnología espacial es tal, que es de esperar que el costo para estos procedimientos sea totalmente aceptable en una generación, aun teniendo que enviar cantidades muy limitadas de residuos por viaje, a fin de asegurar que en caso de accidente no se produzcan situaciones inaceptables de contaminación radioactiva.

La energía nuclear puede venir en nuestra ayuda aun para las situaciones intermedias en las que se hubiese optado por confinar el CO_2 . En efecto podemos imaginar instalaciones especialmente diseñadas para producir la partición del CO_2 en C y O_2 por efecto de la radiación nuclear del tipo y de la energía apropiadas.

Objetivos nacionales

Lo que acabamos de exponer en forma muy somera es una gran oportunidad para lanzar un programa na-

cional de envergadura. El sistema nacional de ciencia y tecnología posee instalaciones adecuadas para llevar a cabo muchos de los desarrollos requeridos.

Si a lo anterior se le adjunta el apoyo de la actividad privada, podríamos entrar en un negocio a muy largo plazo, pero que en nuestra opinión llegaría con la solución a tiempo. Y se trata de un negocio que se presenta como global.

El otro elemento esencial para un programa de la envergadura que acabamos de plantear es la disponibilidad de materia gris. Pero como dijimos en diferentes oportunidades, ese es el principal recurso que tiene nuestro país.

Un programa como el que proponemos implicaría la reorientación de un número muy grande de actividades en los laboratorios de investigación de todo tipo en el país, desde los de física hasta los de biología. Pero las oportunidades, aun para los investigadores muy básicos, serían fantásticas. Y constituiría a su vez un modo de mostrar que los recursos dedicados a investigación y desarrollo, tanto desde el sector público como desde el privado, son la mejor inversión que puede hacer un país como la Argentina.

Siguiendo con el clásico dicho popular, "Se non è vero e ben trovato", los *spin off* resultantes de un programa de la envergadura aquí esbozado serían de tal importancia que lo justificarían aun si no se alcanzara, y por mucho, el 100 % de la solución estable propuesta.

Agradecimientos: Diferentes aspectos del contenido volcado en la exposición efectuada en la Conferencia en el IAPG en 1997 fueron discutidos con los Sres. Roberto Pascual, Pablo Florido, Diana Kleis, Carlos Rey, Darío Gómez, Juan Bergallo, Juan Carlos Bolcich y José Astigueta. A todos ellos, nuestro agradecimiento. Se agradece también al Dr. Marcos Machado por la lectura crítica de este artículo.