

**Editorial:**

# **En los albores de una revolución energética: La era del hidrógeno**

**Azael Martínez De la Cruz**

FIME-UANL

azmartin@ccr.dsi.uanl.mx



Los últimos dos siglos han sido testigos de un desarrollo industrial sin precedentes en la historia de la humanidad, como consecuencia de invenciones científicas y desarrollos tecnológicos que han venido a cambiar nuestra percepción de la economía, política y sociedad en general.

En este nuevo orden mundial, un parámetro director en la estructuración de una sociedad basada en la producción a gran escala ha sido sin lugar a dudas la energía. En el siglo XIX el carbón ocupó un lugar preponderante en el ámbito energético, cediendo de manera natural su puesto de honor al petróleo durante el siglo XX.

El descubrimiento de importantes yacimientos de petróleo en las primeras décadas del siglo pasado produjo a las compañías petroleras redituables ganancias que fueron rápidamente invertidas en el desarrollo de tecnología asociada a la exploración de nuevos yacimientos. Lo anterior trajo consigo una industria dinámica pujante que se posicionó rápidamente a nivel mundial y constituyó la base de una política donde se destacaban los países con y sin petróleo. El advenimiento de la crisis petrolera en los Estados Unidos en 1971 cuando su producción de petróleo experimentó un declive, agravada por la crisis mundial de 1973, recordó al mundo que el petróleo era un recurso no renovable. Sin embargo, la crisis energética mundial de los años 70's fue debida principalmente a connotaciones políticas, razón por la cual fue superada y eventualmente, olvidada.

No obstante, en los albores del siglo XXI nos encontramos ante la posibilidad de una nueva crisis energética, ahora debido a una escasez real del petróleo, la cual se prevé tenga un carácter permanente. Aunque los geólogos no terminan de ponerse de acuerdo en sus cálculos, se estima que en un período medio de 20 a 30 años la producción mundial de petróleo alcanzará su máximo de producción. Esta situación traerá consigo fuertes disputas internacionales por apoderarse de las escasas reservas de un petróleo crudo cada vez más caro.

Ante este panorama la comunidad científica se ha dado a la tarea de buscar formas distintas de obtener energía que a mediano plazo puedan sustituir a las convencionales representadas por el petróleo y sus derivados. En este sentido, un consenso general entre los científicos apunta hacia la idea de que el hidrógeno se convertirá en el combustible que mueva al mundo en el siglo XXI, una visión que no es nueva, ya en el año 1874 el escritor francés Julio Verne profetizó su uso como combustible en su célebre novela "La isla misteriosa":

*...La electricidad ha permitido descomponer el agua en sus elementos primitivos, lo cual hará que se convierta en una fuerza poderosa y manejable [...] Sí, amigos míos, creo que algún día se empleará el agua como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno de los que está formada, usados por separado o de forma conjunta, proporcionarán una fuente inagotable de luz y calor, de una intensidad de la que el carbón no es capaz [...] El agua será el carbón del futuro...*

El hidrógeno es el elemento más abundante del Universo y aunque posee un contenido energético elevado y se encuentra en grandes cantidades en nuestro planeta, no está en forma libre y se debe separar de los compuestos que forma mediante algún proceso físico-químico que requiere energía. Asimismo es el elemento más ligero de la tabla periódica y no es más difícil de manejar que otros gases. Todas estas características le confieren capacidad para posicionarse a la cabeza de los combustibles alternos a los derivados del petróleo. Por si esto no fuera suficiente, el único producto generado durante la combustión del hidrógeno, aparte de la energía, es otra sustancia altamente apreciada: agua.

En la actualidad, el hidrógeno se produce de manera masiva mediante la combustión del metano y otros hidrocarburos ligeros, no obstante, no olvidemos el inconveniente de seguir dependiendo de recursos no renovables y la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que esto conlleva. La producción mundial de hidrógeno por métodos convencionales es de alrededor de 45 millones de toneladas, siendo destinada en un 72% a la industria química y petroquímica. Cerca del 95% de la producción es cautiva, es decir, consumida en el mismo sitio de su producción.

A nivel mundial, no se cuenta ni con la tecnología ni la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda potencial del mercado automotriz. El desarrollo de vehículos impulsados por celdas de combustible o por motores de combustión interna de hidrógeno ya es una realidad, aunque por el momento el número de unidades que operan bajo este principio es limitado. Un sistema de celdas de combustible es mucho más eficiente que un motor de combustión interna alimentado por gasolina, resultando en una eficiencia de 1.8 a 2.5 veces mayor que un vehículo a gasolina comparable sobre la base de la misma cantidad de energía. Esto quiere decir que un vehículo de hidrógeno podría recorrer una distancia hasta 2.5 veces mayor que un vehículo a gasolina con la misma cantidad de energía. Vehículos de esta naturaleza, sobretudo con fines de transporte público, ya operan en algunas de las ciudades más importantes de Europa. Es por esta razón que se busca encontrar tecnologías alternas a las convencionales, que no dependan de los combustibles fósiles, que sean rentables y amigables con el medio ambiente.

Diversas tecnologías se apuntan a la tarea de producir hidrógeno de manera ecológicamente amigable y en un mediano plazo, económicamente rentable; entre éstas cabe destacar las que aprovechan la energía solar irradiada a la tierra para convertirla en una manifestación de energía aprovechable, véase la tabla I.

La colección de energía solar en paneles semiconductores de silicio, la electrólisis del agua, los procesos fotoelectroquímicos y fotobiológicos, son ejemplos de lo anterior. Aunque actualmente es cuatro veces más caro producir hidrógeno por tecnologías limpias con respecto a las convencionales, esta relación se ha ido reduciendo y se prevé una competencia real entre ellas en el mediano plazo de unos 10 años, véase la tabla II.

Hidrógeno	
1	$H_1$
	-259.34°
	-252.87°
	-240.18°
	+1-1
	1.00794
	91.0%

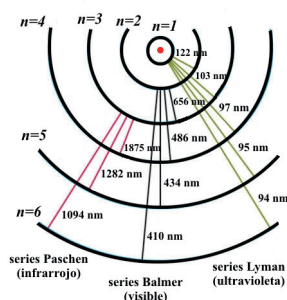


Tabla I. Estado actual de las tecnologías para la producción de hidrógeno.

Tecnología	Estado de desarrollo de la tecnología
Reformación de gas natural	madura
Descomposición catalítica de gas natural	madura
Oxidación parcial de aceites pesados	madura
Gasificación de carbón	madura
Electrólisis de agua	madura
Nuclear	madura
Ciclos termoquímicos	investigación y desarrollo (R & D)
Procesos fotoquímicos	etapa temprana R & D
Procesos fotoelectroquímicos	etapa temprana R & D
Procesos fotobiológicos	etapa temprana R & D

Fuente: M. Momirlan, T.N. Veziroglu, Renewable and Sustainable Energy Reviews 6 (2002) 141.

Tabla II. Costos de la producción de hidrógeno por diversas tecnologías.

Tecnología	Costo (\$ US dlts/GJ)
Reformación de gas natural	7-11
Gasificación de carbón	8-11
Nuclear	15-20
H <sub>2</sub> electrolítico	14
H <sub>2</sub> electrolítico (eólico)	17-30
H <sub>2</sub> electrolítico (solar)	27-50

Hacia finales del siglo XX la economía de países desarrollados como los Estados Unidos de Norteamérica, la Comunidad Europea y Japón han puesto su atención y expectativas de crecimiento sobre la base de una economía sustentada en el hidrógeno como el vector energético dominante del siglo XXI. Programas estratégicos ambiciosos impulsados por los gobiernos de estos países buscan crear un escenario donde el hidrógeno sea producido a bajo costo y utilizado en todos los niveles de la sociedad. Entre éstos, Japón destaca como el líder en el desarrollo de tecnologías limpias para la producción de hidrógeno debido al soporte científico de numerosos centros de investigación y a un impulso decidido de su gobierno. En este sentido, recientemente la Agencia Nacional para el Desarrollo Espacial (NASDA) de Japón y el Instituto de Tecnología Láser (ITL) han iniciado un proyecto encaminado al aprovechamiento de la energía solar en el espacio para la producción de hidrógeno. El proyecto se basa en la construcción de una estación espacial con un colector de energía solar, un generador que transforme la radiación solar en láser o microondas, y el envío de esta radiación a la Tierra donde un dispositivo lo capte para activar el proceso de descomposición de H<sub>2</sub>O en H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en presencia del fotocatalizador TiO<sub>2</sub>. Lo anterior traerá consigo el aprovechamiento de la energía solar sin pérdidas por disipación de ésta en la atmósfera, así como el no depender de las condiciones climatológicas para la operación del proceso. Basado en estudios preliminares, se estima que el costo de la producción de hidrógeno por esta tecnología alcance

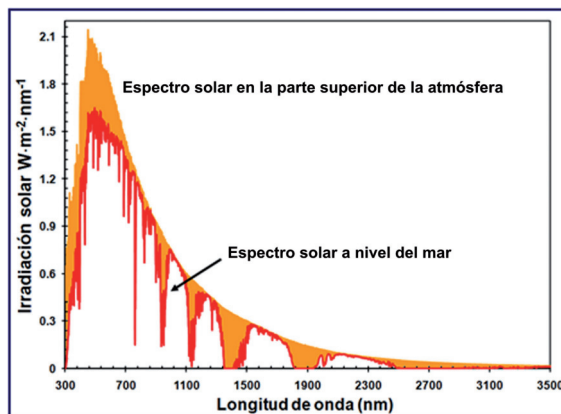
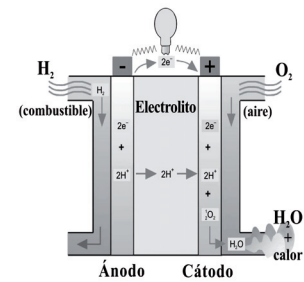
el bajo costo de \$ 0.25 US dllos por una cantidad de hidrógeno equivalente a 1 L de gasolina. La estación espacial entrará en órbita durante el 2010 y se espera esté funcionando completamente en el 2030.

Las áreas de oportunidad en el tema del hidrógeno son extensas y requieren del trabajo multidisciplinar de científicos para optimizar los procesos asociados a la nueva industria del hidrógeno. Así, podríamos mencionar tres áreas de interés donde un estudio científico es necesario para sentar los cimientos de un desarrollo tecnológico competitivo:

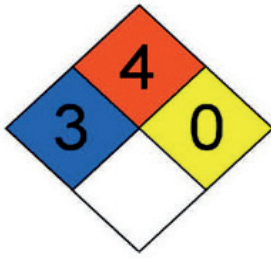
- 1) la producción de hidrógeno, enfocada a la búsqueda de materiales y ciclos que hagan más eficientes los procesos de producción,
- 2) el almacenamiento de hidrógeno, buscando la posibilidad de contener al hidrógeno por tiempo indefinido y ser utilizado en el momento deseado, apuntalándose en este momento el uso de hidruros metálicos, los nanotubos de carbono y los métodos criogénicos, y por último,
- 3) el uso de hidrógeno, lo que implica el desarrollo de materiales a utilizar en los distintos componentes de una celda de combustible, la cual al ser alimentada por hidrógeno produce la electricidad para alimentar una casa habitación, mover un automóvil o bien utilizar los múltiples dispositivos de la tecnología móvil que nos han invadido en las últimas dos décadas y que demandan cada vez más tiempo de autonomía.

Sólo en la medida en la que como país apostemos al futuro, un futuro por cierto no muy lejano, podremos entonces competir en el concierto internacional con las potencias económicas mencionadas. En México, necesitamos una política de Estado encaminada al apoyo decidido a la investigación y desarrollo tecnológico de energías alternas a las convencionales. El hidrógeno es sin lugar a dudas una buena apuesta. Notable es el caso de un país como Islandia, cuyo gobierno tiene como objetivo central el de posicionarse como el principal productor mundial de hidrógeno.

En nuestro entorno inmediato, dentro de la Universidad Autónoma de Nuevo León, existen grupos de trabajo consolidados dedicados a la búsqueda de materiales cerámicos que por acción de la luz solar actúen como fotocatalizadores en la reacción de descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno. La



Espectro de energía solar que recibe la Tierra. Su distribución sobre la superficie terrestre hace atractivo su aprovechamiento en procesos activados por luz.



posibilidad de trabajar a nivel nanoescala, es decir con materiales con tamaños de partícula del orden de los nanómetros, abre importantes expectativas con respecto a la eficiencia de los fotocatalizadores en la producción de hidrógeno. Ciertamente, las investigaciones se encuentran aún en una fase de investigación científica temprana, pero reflejan la inquietud por responder los problemas que se nos avecinan derivados de la escasez de combustibles fósiles. Consciente de lo anterior, la UANL ha iniciado una estrecha colaboración científica con grupos de investigación de Japón, Corea del Sur, China y España, lo que coloca definitivamente a nuestra Universidad en un papel activo en el área de las energías alternativas. Es de esperar que un futuro de mediano plazo, diferentes grupos y centros de investigación del país orienten sus investigaciones hacia la producción de hidrógeno por tecnologías limpias, dada la naturaleza económica, ambiental y social de los problemas que resolvería su producción y uso.

Sin lugar a dudas la transición de una economía sustentada en el petróleo a otra basada en el hidrógeno implica importantes gastos de infraestructura que deberán solventarse gradualmente. Aunque parte de la infraestructura existente puede ser utilizada, otra requerirá un diseño especial dadas las características del hidrógeno, principalmente en las áreas de almacenamiento y distribución. La tecnología para llevar a cabo estas adecuaciones está desarrollada y no es limitante en la etapa de transición a una economía sustentada en el hidrógeno. No obstante, los costos aún son excesivos y deberán ser solventados cuando los costos de producción sean competitivos con los de los combustibles utilizados hoy en día. Es probable que en un futuro de mediano plazo no se desarrolle una tecnología única capaz de cubrir las necesidades energéticas del hombre, hoy cubiertas por los combustibles fósiles, por ello es importante apostar por opciones tecnológicas que aporten soluciones específicas a las enormes demandas energéticas de la humanidad. El hidrógeno será una de ellas.

