
¿Está el futuro de la energía relacionado con el hidrógeno?

Víctor Hugo Ferman Ávila¹
Sergio Eduardo Núñez Caraveo²
Evelyn Ochoa García³

Resumen

En este artículo de reflexión pretendemos demostrar que definitivamente sí existe una relación muy cercana entre la energía y el hidrógeno, y que el hidrógeno está posicionándose como una alternativa viable para tomar el timón de las energías; de hecho, no sólo se trata de las energías renovables y limpias, sino de todo el mercado de la energía. Este artículo también comenta cómo la transición hacia ese uso del hidrógeno está siendo mucho más corta de lo que imaginábamos. Los países Latinoamericanos, con muy honrosas excepciones, sólo somos observadores de cómo Europa y los Estados Unidos ya están entrando en la etapa inicial, no sólo del desarrollo de las tecnologías basadas en el hidrógeno, sino en su aprovechamiento, con planes concretos tanto para el despliegue de tecnología tanto en celdas de combustible de hidrógeno, celdas de electrólisis, sistemas de recarga a alta presión, como de perspectivas de la evolución de mercado de esta energía.

1 Víctor Hugo Ferman Ávila, es Profesor de Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Parral perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Hidalgo del Parral, Mexico hferman@gmail.com

2 Sergio Eduardo Núñez Caraveo, es Profesor del área de Sistemas en el Instituto Tecnológico de Parral perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Hidalgo del Parral, Chihuahua. senunez@itparral.edu.mx

3 Evelyn Ochoa García es alumna de la carrera de Ingeniería Química cursando el sexto semestre en el Instituto Tecnológico de Parral. eochoa@itparral.edu.mx

Introducción

“El H₂ es uno de los elementos más comunes de la tierra, mayoritariamente unido a otros átomos como es el caso del agua, biomasa e hidrocarburos”.

Navarro, Sánchez, Álvarez, Del Valle y Fierro (2009, p. 35)

La producción fotocatalítica de H₂ a partir del agua es considerada una de las más prometedoras tecnologías de conversión de energía solar a H₂ (Guo, 2014, p. 996), aunque este proceso es endotérmico y conlleva una energía libre de Gibbs de 237 KJ/mol.

Hoy se busca aprovechar la energía producida por paneles solares para impulsar directamente la electrolisis del agua, y los dispositivos fotovoltaicos-fotoelectroquímicos acoplados podrían resolver la inestabilidad de las redes eléctricas nacionales en contraposición a la irregularidad de las fuentes renovables, al almacenar la energía como H₂ y luego utilizarla para balancear las redes. Estos adelantos beben de la fotosíntesis, la estudian para llegar a procesos equivalentes: “La fotosíntesis ha sido por décadas fuente fascinante de inspiración para el desarrollo de sistemas para producción eficiente de combustible solar” (Wbaltzley, 2013).

Tras la irradiación con una cantidad de energía igual o mayor que el band gap o banda prohibida del semiconductor fotocatalítico, los electrones son excitados de un estado de valencia a un nivel de la banda de conducción, dejando huecos en la banda de valencia, la energía mínima del fotón para activar la reacción es de 1.23 eV, correspondiente a una longitud de onda de 1008 nm (Murphy, Barnes, Randeniya, Plumb, Grey, Horne y Glasscock, 2006, p. 2000).

Metodología

Se hizo una revisión bibliográfica del estado del arte en el campo del hidrógeno como fuente de energía. Esta revisión contemplaba artículos en revistas, congresos virtuales y videos.

Resultados

“El hidrógeno es el combustible del futuro, porque:

- 1) Puede ser producido en cantidades casi ilimitadas a partir del agua.*
- 2) Su combustión regenera el agua.*
- 3) No causa contaminantes.*
- 4) Su calor de combustión es de 2.5 a 5 veces el de otros combustibles (hidrocarburos y alcoholes)*
- 5) En motores de combustión interna su eficiencia termodinámica es casi el doble de la de los combustibles convencionales (derivados del petróleo)”*

Ashokkumar (1998, p. 429)

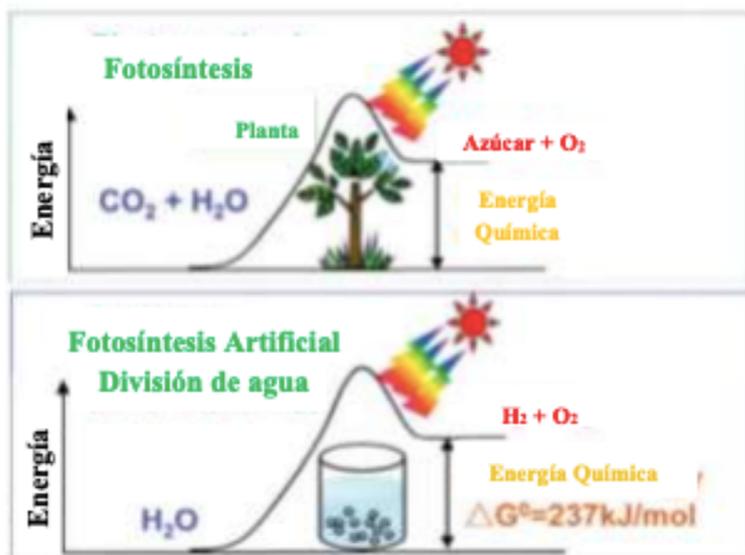


Figura 1. Similitudes entre la fotosíntesis y la propuesta fotosíntesis artificial. Fuente: Kudo y Miseki, 2009, p. 255.

Desde el trabajo de Fujishima, Honda y Tryk (2008, p. 515), en 1970, sobre la producción fotoelectroquímica de H_2 con un electrodo de TiO_2 , se estableció mucho interés científico y tecnológico alrededor de la fotocatalisis de un semiconductor.

Actualmente, la conversión a H_2 es más cara —la producción desde celdas es más cara que desde los combustibles fósiles—. Es en esa ecuación (la del precio) que entran a jugar parte los materiales semiconductores y la nanotecnología para la conversión fotoelectroquímica. Veamos un análisis de estas innovaciones:

Por su naturaleza, todos los combustibles tienen algún grado de peligro asociado con ellos.

Varias propiedades del hidrógeno hacen que su manejo y uso sea más seguro que los combustibles comúnmente utilizados en la actualidad.

El hidrógeno no es tóxico, además, debido a que es mucho más liviano que el aire, se disipa rápidamente cuando se libera, lo que permite una dispersión relativamente rápida del combustible en caso de fuga.

Algunas de las propiedades del hidrógeno requieren controles de ingeniería adicionales para permitir su uso seguro, tiene una amplia gama de concentraciones inflamables en el aire y una energía

de ignición más baja que la gasolina o el gas natural, lo que significa que puede encenderse más fácilmente. En consecuencia, la ventilación adecuada y la detección de fugas son elementos importantes en el diseño de sistemas de hidrógeno seguros.

Debido a que el hidrógeno se quema con una llama casi invisible, se requieren detectores de llama especiales, algunos metales pueden volverse quebradizos cuando se exponen al H_2 (US Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2020).

Para el manejo del hidrógeno es importante la seguridad en cuanto a la presión. Se requiere mantener aproximadamente a 530 atmósferas, unas 7800 psi, para que el manejo del hidrógeno sea seguro; actualmente la tecnología permite alcanzar esas presiones en equipos industriales y automóviles: “El suministro de hidrógeno a las estaciones de servicio y los vehículos de repostaje impone exigencias especiales a los sistemas de compresores. Los compresores Burckhardt se utilizan en transporte y almacenamiento de gas, refinerías, plantas químicas y gases industriales” (Rettenmeier, 2022).

En la actualidad, ya existe tecnología asequible, “empresas Europeas como Omron y Vaf, están montando fábricas de celdas de combustible H_2 que se escalan a 8 GW, esto debe llevar el precio desde 0,9 Euros /kW hoy a menos de 0,1 Euros/kW antes de 2030” (Rettenmeier, 2022).

Plantas como las anteriores requieren que otras les provean de sistemas de electrolisis pues “la demanda actual es menor a 1 GW y para 2030 el mercado esperado es mayor a 200 GW ubicándose las mayores demandas en China y Europa, medio oriente y en los Estados Unidos” (Rettenmeier, 2022).

El hidrógeno verde se produce con energías renovables, el hidrógeno gris se produce mediante combustibles fósiles. El verde puede desplazar al gris antes de 2035 por el impuesto a la producción de Carbón, y el primero iría de USD 5,8/kg, actualmente, para llegar a USD 1,5/kg en 2050, mientras que el hidrógeno gris pasaría de USD 1,6/kg a USD 4/kg (Hritsyshyna y Riepin, 2022).

El hidrógeno ha ido ganando terreno como combustible alternativo limpio, ya que sólo emite agua durante la combustión. Sin embargo, hay una serie de desafíos inherentes a la producción, el manejo y el consumo de hidrógeno con el estado de la tecnología actual. Todavía es costoso producir hidrógeno limpio a partir de fuentes renovables. Como gas, el hidrógeno también requiere una infraestructura intensiva en capital para su almacenamiento y transporte.

El metanol es el hidrógeno del mañana, hoy. Es un portador de hidrógeno extremadamente eficiente. Al ser un líquido

en condiciones ambientales, el metanol puede manipularse, almacenarse y transportarse con facilidad aprovechando la infraestructura existente que respalda el comercio mundial de metanol.

Los reformadores de metanol pueden generar hidrógeno bajo demanda en el punto de uso para evitar la complejidad y el alto costo asociado con la logística del hidrógeno como combustible.

El metanol es un excelente combustible portador de hidrógeno, ya que contiene más hidrógeno en esta simple molécula de alcohol que el que se puede encontrar en el hidrógeno comprimido (350-700 bar) o licuado (-253 °C). Las celdas de combustible de metanol se pueden cargar con la misma rapidez que su vehículo actual de gasolina o diésel, y pueden ampliar la autonomía de un vehículo eléctrico de batería de 200 km a más de 1000 km (Chan y David, 2022).

Conclusiones

Los países desarrollados se preparan intensamente para aprovechar tecnologías tan simples como la electrólisis del agua y el reformado de metanol, perfeccionándolas y escalándolas para que al terminar la era del petróleo, sea la era del hidrógeno la que permanezca.

Los países latinoamericanos deben entrar ya a esta tendencia si no queremos seguir dependiendo de energías extranjeras.

Referencias

- Ashokkumar, M. (1998). An overview on semiconductor particulate systems for photoproduction of hydrogen. *Int. J. Hydrogen Energy*, 23(6), 427–438. doi.org/10.1016/S0360-3199(97)00103-1
- Chan, T. y David, L. (2022). *The Methanol Pathway to Hydrogen* [webinar]. Mission Hydrogen. <https://event.webinarjam.com/channel/mission-hydrogen-met>
- Department of Energy. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2020). *Safe Use of Hydrogen*. <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/safe-use-hydrogen>
- Fujishima, A., Zhang, X., y Tryk, D. A. (2008). TiO₂ photocatalysis and related surface phenomena. *Surf. Sci. Rep.* 63(12), 515–582. doi.org/10.1016/j.surfrep.2008.10.001
- Guo, L. (2014). Functionalized nanostructures for enhanced photocatalytic performance under solar light. *Beilstein J. Nanotechnol.* 5(1), 994–1004. <https://www.beilstein-journals.org/bjnano/articles/5/113>
- Hritsyshyna, M. y Riepkina, O. (2022). *Wind Power and Green Hydrogen Production in Ukraine*. [webinar]. Mission Hydrogen. <https://event.webinarjam.com/channel/mission-hydrogen-ukr>
- Kudo, A. y Miseki, Y. (2009). Heterogeneous photocatalyst materials for water splitting. *Chem. Soc. Rev.*, 38(1), 253–278. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2009/CS/B800489G>

- Murphy, A. B., Barnes, P.R.F., Radeniya, L.K., Plumb, J.C., Grey, I.E., Horne, M.D. y Glasscock, J.A. (2006). Efficiency of solar water splitting using semiconductor electrodes. *Int. J. Hydrogen Energy*. 31(14),1999–2017. doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.01.014
- Navarro, R.M. , Sánchez-Sánchez, M.C., Alvarez-Galvan, M. C., Del Valle F., y Fierro J.L.G.. (2009). Hydrogen production from renewable sources: Biomass and photocatalytic opportunities. *Energy Environ. Sci.*, 2(1),35–54. <https://pubs.rsc.org/en/results?artefjournalname=energy%20environ.%20sci.&artrefstartpage=35&artref-volumeyear=2009&fcategory=journal>
- Rettenmeier, M. (2022, 4 de Mayo). *The 8GW Fuel Cell and Electrolyzer Factory*. [webinar]. <https://event.webinarjam.com/channel/mission-hydrogen-8gw>
- Wbaltzley (2013). *Explaining solar fuels and artificial photosynthesis*. Royal Society of Chemistry. <https://roadtoabundance.wordpress.com/2013/06/26/explaining-solar-fuels-and-artificial-photosynthesis-royal-ociety-of-chemistry/>.