

DESARROLLO TECNOLÓGICO

CLAVES PARA UNA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO: SU PRODUCCIÓN

Una cuestión fundamental para la generalización del uso de hidrógeno como vector energético en el futuro es su producción. Para que se imponga como energía a gran escala es necesario que se minimicen las ineficiencias y el impacto ambiental en su obtención, de modo que se logren reducciones efectivas en las emisiones de gases de efecto invernadero.

De una manera superficial, el hidrógeno se ve como una fuente de energía limpia ya que en su combustión se produce sólo agua. Pero el hidrógeno no se encuentra libre en cantidades apreciables en nuestro entorno –aunque sí en el Universo, donde es el elemento más abundante– por lo que para producirlo es necesario partir de materias primas que lo contienen, tales como el mismo agua o el metano. Hoy en día se aplican algunas tecnologías para su producción a nivel comercial, y otras son prometedoras aunque requieren todavía importantes avances en Investigación y Desarrollo antes de llegar al mercado. El hidrógeno ya se fabrica en grandes cantidades para diferentes aplicaciones, dentro del proceso de producción de amoníaco, en el refinado del petróleo y para la producción de metanol.

Procesos químicos

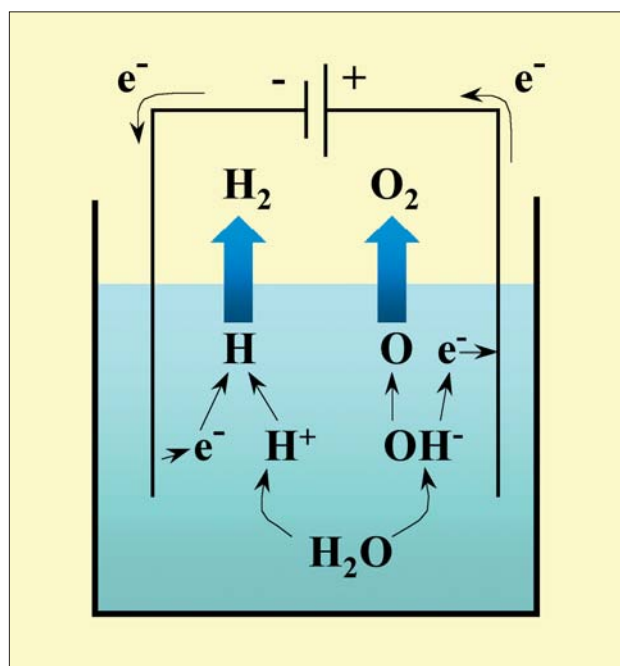
Los principales procesos químicos para producir hidrógeno son el reformado con vapor y la oxidación parcial o gasificación.

- El primero es un proceso catalítico a través del cual se obtiene el hidrógeno partiendo de hidrocarburos como el gas natural, o hidrocarburos líquidos, aunque actualmente se está contemplando el reformado de alcoholes (metanol y etanol). Es ésta la técnica más utilizada actualmente, obteniéndose de este modo cerca de las tres cuartas partes de la producción mundial de hidrógeno.

Aunque este proceso es de una elevada eficiencia energética (83-90%), la energía contenida en el hidrógeno obtenido es siempre menor que la contenida en los hidrocarburos de partida. El uso energético del hidrógeno siempre será, por lo tanto, más ineficiente que el empleo directo de dichos hidrocarburos y las emisiones de dióxido de carbono serán mayores, a no ser que se combine con la captura de hidrógeno. Esto mismo sucederá con cualquier otro proceso de obtención de hidrógeno que se base en la utilización de combustibles fósiles.

- La gasificación u oxidación parcial se emplea en la obtención de hidrógeno a partir de gas natural, hidrocarburos, carbón o biomasa. Consiste en la oxidación incompleta no catalítica a muy alta temperatura para obtener una mezcla de hidrógeno y CO, principalmente, llamada *gas de síntesis*. Este gas es purificado posteriormente para separar el hidrógeno. La eficiencia total del proceso de gasificación es menor que la del reformado con vapor (70-80%).

Dos variantes interesantes para la producción futura de hidrógeno serían la gasificación de carbón y la de biomasa. El gran tamaño de las reservas de carbón existentes a escala mundial, la estabilidad y su bajo precio han atraído el interés sobre el mismo como fuente de producción de hidrógeno. Los impactos ambientales de la gasificación de carbón serían, sin embargo, significativos, tanto por el alto nivel de emisiones de CO₂ como por los efectos de la actividad minera y del transporte del carbón. Existen instalaciones de demostración de gasificación para la generación de electricidad y otros productos químicos como el hidrógeno a partir de biomasa. Aunque éste es un proceso que produce menores emisiones de CO₂ que los anteriores, las



Proceso electrolítico para la obtención de hidrógeno

limitaciones principales del empleo de biomasa asociado a esta tecnología son su baja eficiencia (40-50%), el bajo contenido en hidrógeno de la biomasa y las limitaciones en la disponibilidad de ésta. La gasificación es una tecnología que exige infraestructuras complejas y, por tanto, es poco adaptable a instalaciones pequeñas.

Electrólisis

La electrólisis consiste en la descomposición del agua en sus elementos constitutivos mediante una corriente eléctrica. Es el proceso inverso a la reacción de oxidación del hidrógeno que se produce en las pilas de combustible y es un método de producción limpio que permite obtener un hidrógeno muy puro sin ningún tipo de sustancias contaminantes tales como carbono o azufre.

El proceso se lleva a cabo mediante dos electrodos sumergidos en una solución electrolítica acuosa básica. Al pasar la corriente eléctrica, en uno de los electrodos los iones hidrógeno disueltos en el agua se reducen a hidrógeno molecular, mientras en el otro electrodo el agua se disocia en oxígeno e iones hidrógeno. La electrólisis es una tecnología madura y disponible, mediante la que se produce una proporción cada vez menor del hidrógeno obtenido en el mundo.

La eficiencia de la electrólisis en la práctica está entre el 56%-73%. El problema está en que esta eficiencia hay que multiplicarla por la eficiencia en la obtención de la energía eléctrica a partir de otras fuentes, que puede variar desde el 35% para el ciclo nuclear y la generación térmica en ciclo simple, al 55% de la generación térmica en ciclo combinado. Por eso se considera que la generación de hidrógeno mediante electrólisis tiene muy baja eficiencia. El panorama sería diferente en un escenario en el que las energías renovables cubriesen toda la demanda eléc-

trica. En este caso sí se podría considerar a la electrólisis como una fuente eficiente de producción de hidrógeno a gran escala. Esta técnica sí resulta adecuada para producir hidrógeno muy puro en instalaciones relativamente pequeñas, para su producción descentralizada.

Otros procesos en Investigación

Los procesos presentados hasta el momento tienen limitaciones para su aplicación futura como fuentes de obtención de hidrógeno para su uso energético generalizado en elementos estacionarios y móviles. Si se desea que la economía del hidrógeno sirva para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se requiere avanzar en la Investigación y el Desarrollo de tecnologías de producción limpia, económica y eficiente de hidrógeno.

Los procesos termoquímicos permiten la descomposición del agua en oxígeno e hidrógeno a altas temperaturas, que se pueden lograr mediante el suministro de calor procedente de fuentes energéticas no fósiles, tales como la energía nuclear o la solar. A mayor temperatura se logran mayores velocidades de reacción y rendimientos. El uso de energía solar se realiza mediante concentradores solares, encontrándose todavía esta tecnología en fase de investigación, siendo precisos avances tecnológicos para lograr mayores temperaturas y eficiencias.

Los procesos biológicos logran la producción de hidrógeno a partir de biomasa, carbón o agua mediante la utilización de algas o microorganismos que generan unas enzimas que actúan como catalizadores del proceso. El hidrógeno obtenido de esta manera es conocido como *biohidrógeno*. Existen diferentes procesos biológicos que pueden requerir o no la presencia de luz solar y con diferentes condiciones de sustrato y temperatura.

La eficiencia de todos ellos es muy baja, en torno al 1%, aunque a medio plazo se plantea el desafío de alcanzar un rendimiento del 10%. Otros procesos no biológicos imitan la acción de éstos utilizando moléculas sintéticas que producen reacciones similares a las de la fotosíntesis natural en presencia también de luz solar.

Los procesos fotoelectroquímicos utilizan capas de un material semiconductor separadas por agua, que, al ser expuestas a la luz, producen una corriente que divide el agua en hidrógeno y oxígeno con una eficiencia cercana al 13%, que podría alcanzar en el futuro el 35%.

Todas estas tecnologías son, en general, limpias aunque están todavía en fases de desarrollo muy tempranas. Su progreso debe ir encaminado a aumentar los ritmos de producción de hidrógeno y reducir las dimensiones de los dispositivos. ■

Tipo de proceso	Eficiencia global, %	Emisiones de CO ₂
Reformado con vapor (gas natural)	83-90	Sí
Reformado con vapor (biomasa)	56	Neutral
Gasificación (gas natural)	70-80	Sí
Gasificación (carbón)	63	Sí
Gasificación (biomasa)	40-50	Neutral
Electrólisis	25	Según fuente primaria
Procesos termoquímicos	Hasta 50	No
Procesos fotobiológicos	nd	No
Fotólisis	10-14	No

Comparación energética y ambiental de los distintos sistemas de producción de hidrógeno

EL CONSUMIDOR DOMÉSTICO Y EL AHORRO DE ENERGÍA

Al día de hoy la coyuntura energética y medioambiental nos aboca de forma irreversible hacia la implantación y aplicación urgente dentro de nuestra sociedad, de políticas energéticas basadas en el uso racional de la energía, que permitan, por un lado, reducir el impacto medioambiental derivado del sector y, por otro, la reducción de la dependencia energética exterior. El sector residencial engloba a un consumidor energético que demanda energía de forma continuada todos los días del año y cuyo consumo evoluciona progresivamente de forma creciente, debido al mayor equipamiento instalado dentro de los hogares.

Utilización responsable y eficiente de la energía en la vivienda

Globalmente el consumidor doméstico es un usuario de una cantidad ingente de energía cuyos hábitos energéticos es necesario modelar creando en él una conciencia social sobre la importancia del uso racional y eficiente de la energía. Para ello, es necesario que el propio usuario conozca de forma detallada el consumo energético del equipamiento instalado en sus hogares así como las consecuencias medioambientales y económicas derivadas de su uso ineficiente. El conocimiento es la clave para una utilización responsable de la energía.

La **calefacción** representa el consumo energético más importante, alcanzando valores medios del 50%, por lo que es preciso plantearse una utilización moderada y responsable, evitando al máximo las fugas de calor. En invierno, bastaría con ventilar la vivienda durante 10 minutos. Prolongar este período de tiempo no es realmente necesario y redundaría en un mayor enfriamiento de la casa, con lo que su calefacción posterior es más costosa energéticamente. Por otro lado, conviene regular el termostato a 20 °C, que es precisamente la temperatura idónea para una

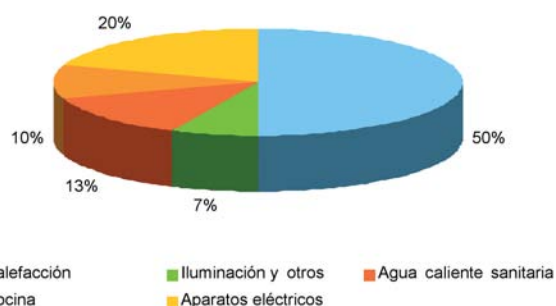


Figura 1. Estructura del consumo por usos en el sector doméstico (Euskadi)

vivienda. Por cada grado que se aumente, el consumo asciende de forma innecesaria en un 7%.

Aunque el sistema de **aire acondicionado** no está todavía totalmente extendido en los hogares, se trata de una tecnología cuya implantación crece paulatinamente. Conviene regular el termostato en torno a los 25 °C. Por cada grado que se disminuya, el consumo asciende de forma innecesaria en un 8%.

La **iluminación** representa aproximadamente el 7% del consumo energético que se da en los hogares. Su control se basa fundamentalmente en acciones tan sencillas como el aprovechamiento al máximo de la luz natural y el apagado de luces cuando se abandona la estancia iluminada.

La adopción de medidas sencillas de control redundan en una disminución del consumo energético, como por ejemplo:

- Utilizar bombillas de bajo consumo que requieren hasta un 80% menos de energía que las incandescentes o halógenas.
- Evitar el uso de lámparas de muchas bombillas como las lámparas de araña.
- Procurar utilizar colores claros en paredes y techos.
- Mantener limpias las lámparas.

El **agua caliente sanitaria** junto con la calefacción consumen el 63% de la energía utilizada en una vivienda. Se trata por tanto de un recurso del que debe hacerse un uso moderado:

- Ducharse en vez de bañarse: un baño equivale en agua y energía a 3 ó 4 duchas.
- Instalar grifos termostáticos en la ducha.
- Utilizar el agua caliente sólo cuando sea estrictamente necesario.
- Aislar adecuadamente tuberías, acumuladores y depósitos para evitar pérdidas de calor.

La **cocina** representa el 10% del gasto medio del hogar y es importante seguir algunas pautas para tratar de ahorrar energía:

- Utilizar el microondas en vez del horno para calentar alimentos.
- Aprovechar al máximo la capacidad del horno cuando se utilice.
- Tapar las ollas durante la cocción.
- Emplear cacerolas y sartenes adecuadas al tamaño de los quemadores.

Más eficiente	Clase Energética	Consumo de Energía	Evaluación
A	A	<55%	Bajo consumo de energía
B	B	55-75%	
C	C	75-90%	
D	D	90-100%	Consumo de energía medio
E	E	100-110%	
F	F	110-125%	Alto consumo de energía
G	G	>125%	
Menos eficiente			

Figura 2. Etiquetado energético de equipos consumidores

- Considerando el hecho de que las placas se enfrían lentamente, se puede aprovechar el calor remanente cuando se apagan, para los últimos minutos de la cocción.

Actualmente los **electrodomésticos** llevan un etiquetado en función de su nivel de eficiencia. Existen siete categorías que van desde la A, que representa la mayor eficiencia energética, hasta la G, que representa el mayor gasto y, por tanto, la mayor ineficiencia.

Algunos **consejos para los electrodomésticos** más utilizados son:

- Lavadora o lavavajillas: utilizar el programa de lavado que mejor se ajuste a la necesidad de la ropa o vajilla, realizando ciclos a plena carga y lo más cortos posible, utilizando agua fría siempre que se pueda.

- Secadora: tender preferentemente la ropa en el exterior. Utilizando un buen centrifugado en la lavadora, se puede evitar el uso de la secadora.

- Frigorífico: ajustar el termostato del refrigerador entre 3 y 5 °C y el congelador a -18 °C y abrir la puerta del mismo durante el tiempo estrictamente necesario.

- Otros aparatos eléctricos: la televisión, el aparato de música, el vídeo, etc. siguen consumiendo energía si permanecen en posición de espera (el conocido punto rojo) enchufados a la toma de corriente. Este consumo involuntario de energía llamado *consumo fantasma*, hay que evi-

tarlo apagando el equipo desde el propio aparato e incluso desenchufándolo.

Recomendaciones finales

A modo de conclusión, se pueden hacer los siguientes comentarios:

- El consumidor doméstico es un importante ahorrador potencial. Es necesario que disponga de los conocimientos necesarios para que haga un uso eficiente y responsable de la energía que utiliza.

- Para ello, debe saber que ya existen en el mercado un importante tipo de equipos energéticos (calderas, electrodomésticos, lámparas, etc.) que disponen de etiquetado energético, por lo que se recomienda que se compren los más eficientes, que son del tipo A, ahorrando de forma importante con su utilización en la factura energética.

- Existen en el mercado, además de los sistemas que incorporan los propios equipos energéticos, numerosos dispositivos de control, regulación y/o programación, que permiten una utilización energética más ajustada a las necesidades de confort de la vivienda.

- Independientemente de disponer de equipos y sistemas energéticos eficientes, se debe hacer un uso racional de la energía mediante un control de los hábitos, evitando así el consumo innecesario, comprometiéndose de esta manera con un consumo energético responsable. ■