

“ El hidrógeno es limpio sólo si lo son los métodos empleados para producirlo ”

Organizaciones Ecologistas

### La economía del hidrógeno

La carrera ha comenzado

Por M<sup>a</sup> José García

Es el elemento más abundante, básico y ligero del Universo. Cuando se quema, sólo emite agua y calor. Está presente en los hidrocarburos, carbohidratos y otras formas de vida del planeta. Puede ser almacenado en una célula o pila de combustible. Sus aplicaciones comerciales parecen infinitas: coches y autobuses no contaminantes, sistemas energéticos de alta eficiencia e, incluso, teléfonos móviles con una pila de combustible en las baterías que se recargarán inyectando alcohol. Gracias a él, puede surgir una nueva red energética en la que el usuario final sea también productor, es lo que se llama generación distribuida. Por todas estas cualidades, el hidrógeno y su tecnología se están convirtiendo en la gran apuesta del futuro y en los protagonistas del presente en el ámbito de I+D, tanto de Estados como de empresas



Bill Gates, a título personal, General Electric y otras grandes entidades financieras, como Morgan Stanley, Citigroup, Merrill Lynch, Barclays, Dresdner o Credit Suisse ya han incluido en su cartera de valores a los fabricantes de pilas de combustible. Actualmente, en el mundo hay unas veinte empresas cotizadas en el NASDAQ que se dedican a estas tecnologías. Los gobiernos de Estados Unidos y Japón han destinado partidas millonarias a la investigación y a la puesta en marcha de un nuevo complejo de infraestructuras destinado a su producción, almacenamiento y distribución. La Unión Europea también ha mostrado su interés aunque todavía no ha especificado cuáles van a ser sus inversiones. En definitiva, es posible que estemos asistiendo a los primeros pasos de una nueva revolución similar a la que en su día supuso la máquina de vapor o el carbón.

### Viajando al futuro

El pasado mes de junio un grupo de expertos formado por representantes de los principales centros de investigación europeos —incluido el español Cesar Dopazo, director del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)—, por fabricantes también de pilas de combustible y por empresas de los sectores de la energía y el automóvil, presentó ante la Comisión Europea su informe sobre estas nuevas tecnologías. Tras afirmar que el hidrógeno y la electricidad juntas representan uno de los caminos más prometedores para alcanzar la energía sostenible, los expertos propusieron a la Comisión un plan de acción a corto plazo, hasta 2010, pero con un horizonte de 20 o 30 años.

El informe titulado “Energía del hidrógeno y pilas de combustible” incluye una serie de recomendaciones, a saber: creación de un marco político que abarque coherentemente el transporte, la energía y el medio ambiente; incremento sustancial de la financiación en I+D en este ámbito; puesta en marcha de programas piloto de demostración; elaboración de un proyecto de investigación socioeconómico; desarrollo de iniciativas de negocios coordinando diferentes organismos de financiación; un programa de educación y entrenamiento; mayor cooperación internacional y un centro de comunicación y distribución de la información.



Los expertos requeridos por la Unión Europea señalan que "la inversión necesaria para construir una economía basada en el hidrógeno y las pilas de combustible se estima en varios cientos de miles de millones de euros, algo que sólo puede conseguirse en un marco de varias décadas". Y ponen un ejemplo: la instalación de surtidores de hidrógeno en el 30% de las estaciones de servicio europeas costaría entre 100.000 y 200.000 millones de euros. En el estudio también se reseña que, a pesar de los esfuerzos, la Unión Europea está por detrás de EE UU en cuanto a financiación de proyectos. El gasto estadounidense en este sector es entre cinco y seis veces superior al que la Unión dedica en su programa Marco de Investigación. La administración Bush ha respondido a las demandas de la industria con 1.700 millones en los próximos cinco años para desarrollar las pilas de combustible, infraestructuras de hidrógeno y la tecnología de automatización avanzada. Japón también está apostando fuerte. El país nipón prevé comercializar 50.000 pilas de combustible para vehículos en 2010. Mientras tanto, la UE mantiene que no quiere perder el tren, aunque tampoco especifica cómo piensa, exactamente, subirse a él.

Por lo que respecta a España, desde 2002 existe la Asociación del Hidrógeno (AEH) cuyo primer propósito es fomentar y divulgar estas tecnologías. La Asociación cuenta, como socios fundadores, con los grupos de I+D más activos en este campo: Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), CIEMAT, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA); con el Instituto de Ahorro y Diversificación de la Energía (IDAE); con grandes empresas: Repsol, Iberdrola, Gamesa, Gas Natural, Abengoa, etc; y con pequeñas compañías tecnológicas.

Ariema, consultora en tecnología de hidrógeno y pilas de combustible, formada por ingenieros del INTA que trabajan en este campo desde 1990, se encarga de la Asesoría Técnica de la AEH. Para Rafael Luque, director de ARIEMA, "a pesar del enorme interés que ahora despiertan estas tecnologías, hay apenas un puñado de personas realmente expertas en España". En cuanto al perfil de las empresas interesadas en esta nueva tecnología, Rafael Luque señala que "hay una gran variedad. Ahí están todas las empresas relacionadas con la energía, empresas de ingeniería, el sector del transporte, la construcción y las telecomunicaciones". Como ejemplo cita a Energy Express, filial de la constructora COPCISA (socio de referencia de la petrolera MEROil) que trabaja en el desarrollo de estaciones de servicio de hidrógeno.

Otra muestra del papel tan relevante que este elemento está adquiriendo ha sido la celebración, en septiembre de 2003, del Primer Congreso Europeo del Hidrógeno organizado por la Asociación Francesa en colaboración con la Asociación Europea. El objetivo de este evento, que se quiere repetir cada dos años, es convertirse en el mayor encuentro de científicos, industria y gobiernos para el desarrollo comercial de esta nueva energía. Los principales temas del congreso han sido: producción, almacenamiento y utilización del hidrógeno centrado en los programas de I+D; demostraciones industriales y temas relacionados con seguridad, inversiones, regulaciones de estándares e información a la sociedad.

Tras todas estas iniciativas se encuentra la necesidad de buscar sustitutos a los combustibles fósiles que hoy calientan las casas, iluminan las ciudades, garantizan la producción industrial, el sistema mundial de transporte, la comunicación a distancia, la fabricación de medicamentos, el almacenamiento de millones de productos e, incluso, la manufactura de la ropa que vestimos y de algunos alimentos que comemos. Y, al hacerlo, emiten a la atmósfera CO<sub>2</sub>, un gas contaminante que destruye la capa de ozono y al que se acusa de ser uno de los causantes del cambio climático. La relación de dependencia entre sociedad desarrollada y estos combustibles es realmente estrecha.

#### **El final de una era**

El petróleo se agota. Los expertos no se ponen de acuerdo a la hora de establecer cuánto darán de sí los grandes yacimientos, especialmente los localizados en Oriente Medio, pero lo que sí parece claro es que no se van a encontrar nuevos pozos importantes y, también, que la aplicación de una tecnología más sofisticada no va

a servir para extraer más oro negro. Según Colin Campbell, miembro del Centro de Análisis del Agotamiento del Petróleo (Oil Depletion Analysis Center, ODAC) de Londres, la conclusión final es que "a estas alturas todo el mundo ha sido objeto de una exploración exhaustiva y ha quedado claro que no quedan nuevas regiones por descubrir comparables al mar del Norte y Alaska". Es, por tanto, una cuestión de tiempo. Los más optimistas hablan de cincuenta o sesenta años, los menos de la próxima década. Pero, mientras el alimento primario de una forma de vida, de una civilización, camina hacia la extinción, el gasto energético no para de crecer. Según la revista Fortune, si países como China e India se limitaran a incrementar su consumo hasta el nivel per cápita de Corea del Sur, "sólo estos dos países necesitarían un total de 119 millones de barriles de petróleo al día. Esto es, casi un 50% más del total de la demanda mundial del año 2000".

Plantearse en este escenario un futuro sin abastecimiento de energía suficiente puede sonar a argumento de película de ciencia-ficción. Sin embargo, gobiernos, científicos y grandes empresas se lo plantean, multiplican los programas de investigación y también las inversiones millonarias en proyectos piloto. Gran parte de estas iniciativas tienen como protagonistas al hidrógeno y a las pilas de combustible. Jeremy Rifkin es uno de los principales teóricos de esta revolución. Para el gurú estadounidense, autor del ensayo Economía del hidrógeno y presidente de la Fundación sobre Tendencias económicas en Washington, "el hidrógeno puede ser la llave para una sociedad nueva, en la que cada individuo logre autoabastecerse con una fórmula energética extremadamente limpia en comparación con los combustibles fósiles". La industria automovilística ha sido la primera en recoger el guante y multinacionales como General Motors o Chrysler ya han presentado sus prototipos.

Rafael Luque, de la consultora Ariema, recuerda, por su parte, que "Ford ha abandonado el desarrollo de coches eléctricos con baterías, para centrarse en pilas de combustible. General Motors decidió destinar el 50% de su presupuesto de I+D a vehículos con este sistema, un periódico americano lo llamó "the one billion dollar bet", la apuesta del billón de dólares. Y Daimler-Chrysler afirma tener más de mil personas trabajando en este campo". Para el responsable de la principal consultora española en tecnologías del hidrógeno y pilas de combustible, son muchas las empresas que perciben que el potencial es enorme, y saben que si no invierten pronto llegarán demasiado tarde. Para ejemplarizar este reto baste reseñar que en 2001 se registraron 250 patentes en este campo. Y hay muchos acuerdos comerciales en marcha: por ejemplo, hace tiempo que la empresa Vaillant desarrolla equipos de uso doméstico con General Electric.

## La industria del automóvil pionera

Jeremy Rifkin, asesor entre otros del presidente de la Comisión Europea Romano Prodi, afirma que "el mundo vislumbró el futuro cuando General Motors desveló su revolucionario nuevo coche de Hy-wire en una feria en París". El automóvil funciona con hidrógeno y es un prototipo construido en un chasis de combustible-célula que dura veinte años y que no lleva volante, pedales, frenos ni motor. Según este afamado consultor de jefes de Estado y autor de dieciséis libros sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la economía, en la sociedad y el medio ambiente, "el coche de General Motors ha marcado el principio del final del motor de combustión interna y el cambio desde una civilización basada en el petróleo a la edad del hidrógeno".



La primera empresa automovilística que se interesó por el hidrógeno como combustible fue BMW, que fabricó modelos con motores de explosión que utilizaban este gas. En mayo de 2003, General Motors Corporation y el Grupo BMW hicieron público su proyecto de desarrollo conjunto de los elementos para el repostaje de vehículos alimentados por hidrógeno líquido e invitaron a otros fabricantes y proveedores de la industria del automóvil a unirse a esta iniciativa. "Queremos acelerar los avances realizados en la distribución y el almacenamiento a bordo del hidrógeno líquido como el combustible del futuro", declaró entonces Lawrence Burns, vicepresidente de General Motors para investigación, desarrollo y planificación de vehículos.



La colaboración entre ambas compañías se centrará en establecer estándares globales y especificaciones para los proveedores, así como en encontrar las mejores soluciones técnicas y efectivas en costes, según Christoph Huss, director de política de tráfico y ciencia de BMW, quien aseguró que "el hidrógeno líquido ofrece las mejores condiciones para el transporte del hidrógeno antes de que exista una infraestructura de gaseoductos. Trabajando conjuntamente lograremos acelerar la infraestructura". El objetivo de GM y BMW es tener disponibles vehículos alimentados por hidrógeno asequibles y atractivos para el mercado en el año 2010. Ambas compañías quieren concentrar sus esfuerzos en las tecnologías de almacenamiento y manejo del hidrógeno para lograr este objetivo.

Esta revolución previa ha llegado también al sector del transporte de viajeros y mercancías. En Madrid y Barcelona, por ejemplo, la pasada primavera se presentaron en sociedad los primeros autobuses públicos movidos por hidrógeno y para ellos se han construido las primeras centrales de abastecimiento. La última edición de Flotas 2003, encuentro anual del sector, contó con una jornada especial dedicada a este elemento y a otras energías alternativas. Para los organizadores de este evento, el Institute for International Research (AIIR), "las alternativas a los combustibles tradicionales para el uso industrial y empresarial significan un punto de inflexión muy importante que los asistentes al evento también necesitaban analizar". Pero no sólo Flotas 2003 tuvo espacio para imaginar el futuro, en noviembre del pasado año AIIR celebró las primeras jornadas sobre la utilización de las pilas de combustible y las energías alternativas, un evento que sirvió para exponer los avances científicos realizados en este campo y las previsiones de aplicación como nuevos combustibles. Jornadas que piensan repetir el próximo octubre.

Otra industria que vive con mucha expectación lo que se está produciendo es la aérea. El proyecto CRYOPLANE (Liquid hydrogen fuelled aircraft- System analysis) financiado por la Comisión Europea y en el que participan 35 organizaciones europeas, desde empresas aeronáuticas (MTU, Airbus, CASA, etc.) hasta diferentes instituciones de investigación y universidades (Cranfield University, Aachen, TU Munich y UPM de Madrid, entre otras), cubre todos los aspectos de viabilidad para el uso del hidrógeno como combustible único en el transporte aéreo, en un plazo hipotético de 50 años.

No obstante, a pesar de las inversiones y de las expectativas es mucho lo que queda por hacer para que la promesa del hidrógeno se convierta en realidad. Dice Rafael Luque, director de Ariema, que "esto ocurrirá cuando se avance en las infraestructuras. Hubo un tiempo en que era difícil encontrar gasolina sin plomo, eso frenaba la venta de los coches que la necesitaban. Cuanta más disponibilidad haya de hidrógeno, y a menor coste, más se desarrollarán sus aplicaciones".

## **La generación distribuida, un nuevo concepto de logística**

Cuando un ciudadano occidental llega a su casa basta que apriete un interruptor para encender la luz. Entre la pulsación y el encendido apenas transcurren unas milésimas de segundo. Lo mismo sucede cuando dicho ciudadano marca un teléfono en su móvil, cuando se conecta a Internet por ADSL, o cuando arranca el motor de su coche. Tras semejante instantaneidad, se oculta un complejo sistema de producción y reparto del flujo energético. Toda una red de infraestructuras creada para garantizar el servicio y que tiene su punto de partida en los yacimientos de petróleo, en las grandes presas hidráulicas o en las centrales nucleares.

Al hablar de tecnología del hidrógeno hay que analizar cómo se piensa garantizar su producción a gran escala, cómo se pretende almacenar y cómo será su transporte y distribución a todos los usuarios. Es en este último tramo en el que aparece un concepto completamente distinto a los existentes hasta ahora: la generación distribuida. Según Jeremy Rifkin, presidente de la Fundación sobre Tendencias económicas en Washington (FOET) "la generación distribuida se refiere a un conjunto de pequeñas plantas generadoras de electricidad, situadas cerca del usuario final, o en su mismo emplazamiento, y que pueden bien estar integradas en una red bien funcionar de forma autónoma. Sus usuarios pueden ser fábricas, empresas comerciales, edificios públicos, barrios o residencias privadas. En esta perspectiva, el usuario se puede convertir en su propio productor, al usar pilas de combustible que pueda recargar".

En la economía del hidrógeno, hasta el automóvil puede hacer de central eléctrica con ruedas, con una capacidad generadora de 20 Kw. Jeremy Rifkin asegura que "dado que de media un coche está aparcado la mayor parte del tiempo, se podría enchufar, cuando no se utilizara, a la casa, a la oficina o a la principal red interactiva de electricidad y proporcionar energía extra". Es más, según su teoría si el 25% de los conductores utilizan sus coches como medios para devolver energía a la red, se podrían eliminar todas las centrales eléctricas de Estados Unidos. Rifkin considera que el hidrógeno, las nuevas tecnologías de generación distribuida por medio de pilas, la revolución informática y las telecomunicaciones pueden crear una era económicamente nueva en la que todos los seres humanos sean a la vez productores y consumidores de su propia energía.

La empresa Gas Natural es una de las compañías españolas que más fuertemente están apostando por esta nueva fuente. Para sus responsables "a pesar de la analogía que la tecnología del hidrógeno puede tener con la energía eléctrica, en cuanto a su carácter portador de uso limpio, las diferencias en su producción, transporte y distribución son elevadas". En esta compañía, integrada en el Consorcio que ha puesto en marcha los primeros autobuses de hidrógeno en Madrid, creen que "la estructura actual de producción basada en gran medida en

plantas ubicadas junto al consumo en las propias refinerías o plantas de amoníaco, no puede satisfacer las necesidades que, por ejemplo, se van a plantear con la comercialización futura de los vehículos con pila de combustible". Por una parte, la capacidad de producción no será suficiente para satisfacer la demanda; por otra, la centralización de grandes plantas, como sucede actualmente, obligaría a una distribución por transporte de superficie hasta los puntos de suministro a los vehículos (estaciones de servicio, garajes de flotas cautivas) o a un trazado de conducciones.

En cuanto al transporte del hidrógeno, las investigaciones señalan que tanto por carretera o ferrocarril puede hacerse en cilindros a alta presión o licuado en condiciones criogénicas ( $-253^{\circ}\text{C}$ , temperatura muy inferior a la del gas natural líquido). Los responsables de la empresa gasística española afirman que, en ambos casos, "la distancia entre el punto de producción y el de suministro final marca un límite económico a esta opción". Y añaden: "El transporte por conducciones exigiría la creación de una infraestructura costosa, mientras que hay estudios sobre la posibilidad de aprovechar las conducciones de gas natural para su distribución".



## La producción: limpia 'ma non troppo'

El hidrógeno es el elemento más abundante del Universo. Sin embargo, no existe en la Tierra en su estado natural sino que es necesario producirlo a partir de otros recursos, y en el proceso hay que consumir alguna fuente de energía primaria. La más beneficiosa para el medio ambiente es la que consigue el gas a partir del agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Pero, esta fórmula, según algunos expertos, todavía no es rentable. Por eso, hoy por hoy, se produce hidrógeno a partir del gas natural, que también lo contiene en gran cantidad y que resulta mucho más barato.

El gas natural es un hidrocarburo y emite  $\text{CO}_2$  en el proceso de conversión. Las organizaciones ecologistas afirman que "el hidrógeno es limpio sólo si lo son los métodos empleados para producirlo. Únicamente, con una producción de energías renovables a gran escala puede lograrse una economía del hidrógeno sostenible; sin ellas, el hidrógeno es sucio". Desde Gas Natural, como desde otras muchas grandes empresas que están investigando en las nuevas tecnologías, se contempla la alternativa de una producción a partir de energías realmente renovables, pero aseguran que "los costes de inversión inicial y otras limitaciones conducen a pensar que son una opción a más largo plazo".

## De gas natural

Los actuales gestores de Gas Natural tienen muy claro que el uso del hidrógeno como combustible supone un paso adelante en la utilización del gas natural. Esto permite aprovechar las actuales estructuras de transporte y distribución para obtener el hidrógeno en los puntos de suministro. El amplio uso del gas natural para la obtención de hidrógeno tiene su justificación en que el metano, principal componente del gas es el hidrocarburo con mayor proporción de hidrógeno en su molécula. Los responsables de la compañía española explican cómo para producirlo se utiliza un proceso de reformado catalítico, que permite liberar el hidrógeno. "En el proceso de reformado —aclaran— se producen múltiples reacciones químicas, que además de hidrógeno generan también otros gases:  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ , que hay que eliminar en sucesivas fases hasta obtener hidrógeno de una pureza superior al 99,99%, que es el que requiere la pila de combustible". Una vez obtenido se comprime hasta presiones de 350 bar y se almacena en baterías de cilindros. Finalmente, desde la batería de cilindros, el hidrógeno es suministrado, a través de una manguera en el poste de carga, a los cilindros que sirven de depósito en el propio vehículo.

Artículo publicado en la Revista Mecalux News, Nº 53 