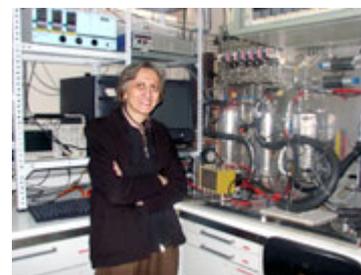


## “El que tenga el hidrógeno mañana, será el que domine el mercado”

Loreto Daza Bertrand es responsable de la Unidad de Pilas de Combustible e Integración de Sistemas del CIEMAT, donde desarrolla el proyecto ENERCAM, e Investigadora Científica del CSIC.

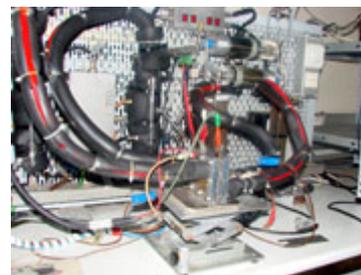
Las reservas de petróleo se agotan y necesitamos combustibles alternativos y sistemas de transformación de energía más eficientes que hagan funcionar nuestros coches, alumbren nuestras casas y produzcan calor. En 1939, un jurista galés, Sir William Grove, diseñó la primera pila de combustible, hoy una de las alternativas más prometedoras. Loreto Daza trabaja en el desarrollo de estos dispositivos y en la producción de hidrógeno, combustible que los alimenta.



Loreto Daza Bertrand

### Cristina de Pedro Martín

La Doctora Loreto Daza realiza su actividad investigadora en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC, donde dirige el Grupo de Pilas de Combustible desde 1991. Gracias a un acuerdo CIEMAT-CSIC, Daza supervisa también la Unidad de Pilas de Combustible e Integración de Sistemas en el CIEMAT. Además, preside la Asociación Española de Pilas de Combustible, APPICE, organismo encargado de favorecer el desarrollo científico y tecnológico de esta tecnología, y el Comité Técnico de Normalización de Pilas de Combustible, TC105. Desde 2006 está embarcada en el proyecto ENERCAM-CM.



Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte directamente la energía química del combustible en energía eléctrica y térmica. Para que funcione hay que alimentarla con un combustible -hidrocarburos, alcoholes- a partir de los cuales se obtiene el hidrógeno, el combustible por excelencia. Su funcionamiento es sencillo, basta con añadir el combustible al compartimento anódico de la pila de combustible, y el oxidante, que suele ser oxígeno del aire, al cátodo. Sólo entonces tiene lugar la reacción electroquímica; los protones viajan a través del electrolito hacia el cátodo y los electrones circulan por el circuito externo. El oxígeno se adsorbe en la capa catalítica del cátodo, al que llegan los electrones generados en el ánodo, reacciona con los protones y se forma agua. La reacción que tiene lugar es  $H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O + \text{energía (eléctrica y térmica)}$ .

### Aplicaciones prácticas

Las pilas de combustible tienen varias utilidades. En primer lugar podemos usarlas para hacer funcionar dispositivos electrónicos como ordenadores portátiles, PDAS o cámaras de vídeo. “A diferencia de las baterías, que almacenan la energía en su interior y se agotan cuando se consume el electrolito, las pilas de combustible siguen funcionando mientras se les suministra combustible. Por tanto, podrían conseguirse sistemas con mayor autonomía –quizá hasta de un mes- dependiendo del combustible y del sistema de almacenamiento que se utilice”, nos cuenta Loreto Daza.

Otra aplicación interesante son los sistemas autónomos de generación de energía. “En un sistema tradicional compuesto por paneles solares y baterías, el aprovechamiento de la radiación solar disponible viene limitado por la batería, que una vez alcanzado su nivel máximo no admite más carga. Una alternativa es utilizar el exceso de radiación solar para producir hidrógeno mediante un electrolizador, dispositivo electroquímico que descompone el agua en hidrógeno y oxígeno aplicando la energía que requiere el proceso. Se almacenaría el hidrógeno, y cuando necesitemos el suministro de energía, la pila de combustible entraría en funcionamiento para producirla. Con esta solución podríamos reducir los tamaños tanto de las baterías como de los paneles solares”.

También sirven para sistemas donde no llega el tendido eléctrico. Daza asegura que no haría falta tener



que acudir a un sistema basado en un grupo electrógeno alimentado por un hidrocarburo procedente de combustibles fósiles (gasóleo, propano, etc.); el combustible sería el hidrógeno producido “in situ” que se utilizaría más tarde para generar energía mediante la pila de combustible.

Pero no sólo sirve para lugares aislados, también para núcleos urbanos. “Con esto se pretende reducir la contaminación. Se podrían crear unidades de energía descentralizadas basadas en pilas de combustible que además asegurarían el suministro energético al tratarse de sistemas independientes de la red. Al mismo tiempo que producimos energía eléctrica, producimos energía térmica, de tal manera que lograríamos cubrir nuestras necesidades tanto eléctricas como de calefacción y agua caliente. Y como las pilas de combustible son más eficientes que una máquina térmica, para una misma cantidad de energía producida la emisión de gases contaminantes sería menor. Esto podría aplicarse tanto a bloques de viviendas, como a núcleos urbanos de mayor tamaño. Evidentemente no se trata de simular centrales térmicas, ni de desbancar las unidades de transformación que tenemos ahora, sino de una contribución. Necesitamos energía”.

En cuanto al transporte, la propuesta pasa por sustituir la gasolina por el hidrógeno y el motor de combustión por la pila de combustible y un motor eléctrico. “El petróleo se está agotando y además estamos emitiendo muchos gases nocivos. Si utilizamos hidrógeno, lo único que produciríamos será vapor de agua, con lo que disminuiría considerablemente la contaminación; pero si consideramos la emisión global de CO<sub>2</sub> contando con que el hidrógeno proviene de combustibles fósiles –como gas natural, que es hoy en día la principal fuente de hidrógeno-, también habría una reducción neta de emisiones, ya que al ser más eficiente la pila de combustible que un motor de combustión interna, se consumiría menos energía para un mismo desplazamiento”. Otro aspecto a considerar es el ruido, ya que una pila de combustible es bastante silenciosa, con lo que se contribuiría a disminuir la contaminación acústica. Las prestaciones de un coche con hidrógeno y pila de combustible son más que suficientes. “No estamos pensando en coches de carrera, sino de uso normal. En cuanto al precio, hoy por hoy no es competitivo porque aún no han entrado en el mercado. Los precios bajarán, todo se irá optimizando, es cuestión de tiempo”.

## **Hacia el 2050**

La crisis del petróleo no tiene por qué coincidir con el hecho de comenzar a usar otros combustibles, de hecho ya se están utilizando biocombustibles, pero no cabe duda de que si se nos acaba el combustible estrella tendremos que usar otro, como el hidrógeno, y eso será, según Loreto Daza, hacia el 2050. Tanto el agotamiento de las reservas como la contaminación han provocado tener que pensar en otras alternativas. Los principales esfuerzos en este campo se están centrando en qué materia prima y qué energía elegimos.

“El funcionamiento de una pila de combustible es sencillo, y ha demostrado ser una tecnología segura y fiable por cuanto ha sido utilizada en aplicaciones espaciales. El que no se haya extendido aún, puede llevar detrás algo que esté frenando su utilización masiva. No obstante, todavía queda mucho por desarrollar para que entre en el mercado como una tecnología competitiva frente a las actuales. Como consecuencia de las crisis energéticas, ha experimentado un gran avance, y en estos momentos se presenta como un reto necesario. La tecnología del hidrógeno también precisa de un notable esfuerzo. Hoy en día se produce mayoritariamente a partir de gas natural. Pero hay que pensar en el mañana, y eso exige la utilización de otras materias primas y fuentes de energía competitivas para su transformación eficiente. Entre las alternativas están las energías renovables, como por ejemplo la energía eólica. Lógicamente, una producción directa de energía es lo más rentable desde todos los puntos de vista. Pero si los excedentes que no pueden volcarse a la red eléctrica se utilizan para producir hidrógeno, un producto con alto valor añadido, no cabe duda de que la rentabilidad será mayor. Los grandes campos eólicos podrían ser uno de los futuros pozos de hidrógeno. El que tenga el hidrogeno mañana dominará el mercado”.



## **Reducción considerable de la contaminación**

Con el sistema de las pilas de combustible alimentadas por hidrógeno la contaminación es mucho menor. La Doctora Daza nos explicó por qué. “En la reacción, al usar un portador de hidrógeno (como los hidrocarburos) que lleva carbono en su molécula, al final estamos expulsando CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Pero hay que tener en cuenta que si el rendimiento de una pila de combustible es mayor que el de un motor

de combustión interna, para una misma cantidad de energía la proporción de CO<sub>2</sub> que se produce es menor, por lo cual estaríamos contribuyendo a disminuir su emisión neta. Todo depende de la materia prima que usemos para producir hidrógeno. En el caso de emplear un hidrógeno procedente de materias renovables, el nivel neto de emisiones vendría determinado por la fuente de energía empleada en la obtención de dicho hidrógeno.

### **Proyecto ENERCAM-CM**

Loreto Daza es la coordinadora del Programa de aprovechamiento y optimización de los recursos energéticos de la Comunidad de Madrid a través de la validación de la tecnología de pilas de combustible PEMFC y SOFC (ENERCAM-CM), en el que participan diferentes grupos de investigación pertenecientes al CIEMAT, al CSIC (Instituto de Catálisis y Petroleoquímica) y a la Universidad Politécnica de Madrid. Este proyecto, financiado por la Comunidad de Madrid y que se desarrollará entre 2006 y 2009, tiene por objeto el aprovechamiento energético de los recursos de la región. Daza nos explica en qué consiste. “Lo que estamos haciendo es abordar el desarrollo de pilas de combustible desde la investigación básica, pasando por el desarrollo tecnológico de fabricación de componentes a mayor escala, como punto clave para la transferencia tecnológica a la industria, y terminando por unidades de demostración para generación de energía con el objetivo de optimizar los recursos y minimizar la dependencia energética. Entre estos recursos cabe destacar el aprovechamiento de la radiación solar a través de paneles fotovoltaicos, que mediante un electrolizador permita generar hidrógeno como combustible para el sistema, y el biogás generado en las plantas de tratamientos de residuos, como la planta de biometanización de la Comunidad de Madrid (situada en Pinto), mediante conversión en hidrógeno por proceso de reformado. Se plantea, por tanto, la utilización de un recurso renovable –energía solar- y un recurso disponible –biogás-, con el valor añadido de este último de convertir un residuo en energía limpia.”

### **Un “Ecobarrio” en Madrid**

Madrid será la primera ciudad europea en crear un proyecto en el que se utilicen pilas de combustible en una aplicación estacionaria para viviendas sociales. De esta manera nos equiparamos a países como Estados Unidos o Japón donde ya existen experiencias de este tipo realizadas con éxito. El Ayuntamiento de Madrid, a través de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS), comenzó hace pocos meses a construir el primero de una serie de “Ecobarrios”. La intervención consistirá en la ejecución de 2069 viviendas ubicadas en el distrito Municipal de Puente de Vallecas.

### **FICHA TÉCNICA**

**Centro:** Departamento de Energía del CIEMAT e Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC

**Investigador:** Loreto Daza Bertrand

**Dirección:** Avenida Complutense, 22. 28040 Madrid  
C/ Marie Curie 2; Campus Cantoblanco. 28049 Madrid

**Teléfono:** 91 346 61 48 // 91 585 47 86

**Email:** loreto.daza@ciemat.es // loreto.daza@icp.csic.es

**Página web:** [www.ciemat.es/proyectos/pdcfpilas.html](http://www.ciemat.es/proyectos/pdcfpilas.html) // [www.icp.csic.es](http://www.icp.csic.es)

**Líneas de investigación:** Diseño y desarrollo de pilas de combustible: de baja temperatura (PEMFC) y de alta temperatura (MCFC, SOFC). Producción de hidrógeno a partir de bioetanol y biogás