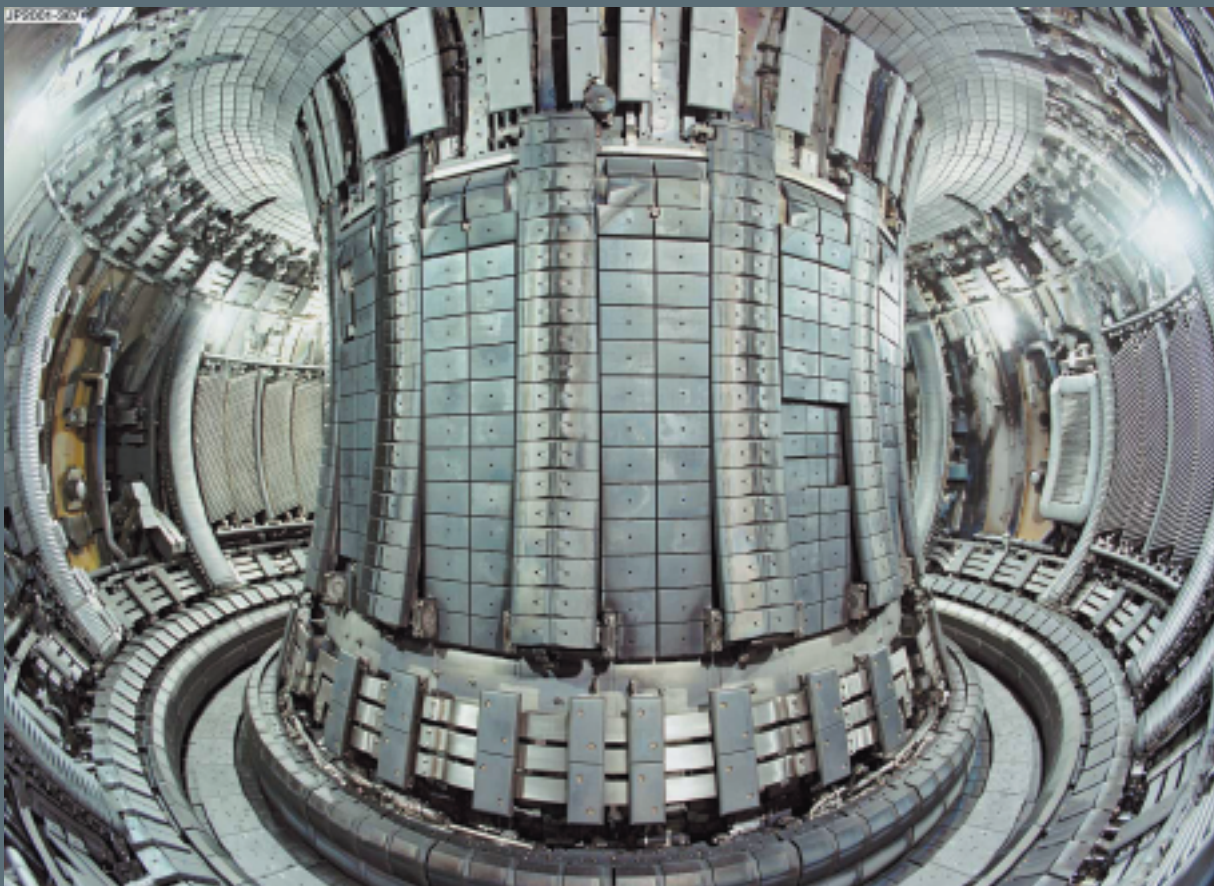


•**Carlos Alejaldre**, Doctor en Ciencias Físicas y responsable del Laboratorio de Fusión Nuclear por Confinamiento Magnético del Ciemat desde 1990 hasta 2003, es actualmente director General de Política Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia

## LA IMPORTANCIA DE LA I+D+i ENERGÉTICA EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

España se encuentra en estos momentos ante una oportunidad histórica de situarse a la cabeza de la investigación ambiental europea. En este artículo el director General de Política Tecnológica, Carlos Alejaldre, repasa el pasado y el presente de las energías alternativas en nuestro país y aboga por impulsar el importante trabajo que se ha venido haciendo durante los últimos años.



Interior de un reactor de fusión nuclear

Ya nadie pone en duda la necesidad de impulsar la I+D+i en energía para alcanzar un desarrollo y, en consecuencia, un planeta sostenible. Pero un país como

España, que se cuenta entre las primeras diez economías del mundo, no puede permitirse el lujo de alcanzar un desarrollo sostenible bajo licencia extranjera y a

base de "royalties", perdiendo una vez más el tren tecnológico. Las empresas españolas, los centros tecnológicos, los centros de investigación, las universidades y, en ⇒

## Debemos aprovechar las grandes oportunidades que ofrece el mercado ambiental

suma, el conjunto del llamado sistema ciencia-tecnología-empresa han de actuar rápido y desarrollar sus propios productos, aprovechando así las inmensas oportunidades que ofrecerá en el futuro el mercado medioambiental.

Afortunadamente España está en este mercado. Por citar un ejemplo muy próximo, y para mí muy querido, hace apenas unos años era impensable que España pudiera optar, con razonables posibilidades de éxito, a albergar



→ Sala de control del reactor experimental de fusión nuclear JET

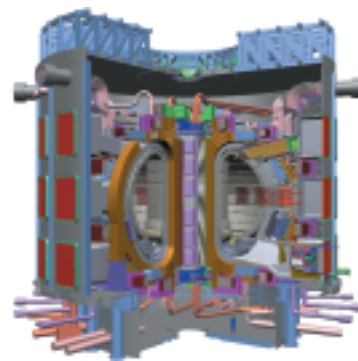
una gran instalación científica como el ITER (International Tokamak Experimental Reactor), en el que la comunidad internacional lleva trabajando más de veinticinco años. La construcción final de una instalación capaz de producir energía a partir de elementos tan abundantes como el agua y el litio, es uno de los grandes desafíos de la humanidad en

el ámbito energético. Aunque finalmente la Unión Europea eligió Cadarache en detrimento de Vandellós, España participa activamente en el proyecto y será un actor clave, sobre todo, si finalmente se instala en Europa.

### Fusión nuclear

Para su apuesta por el ITER, España ha venido fortaleciéndose en el desarrollo de tecnologías de confinamiento magnético aplicadas a la construcción de máquinas experimentales. Lo que empezó como un modesto programa en el CIEMAT se ha convertido con el paso del tiempo en un potente laboratorio en el que trabajan más de 120 personas investigando en tan apasionante potencial fuente de producción energética. Tomando como base el trabajo de diversos equipos internacionales como el aglutinado en torno al Laboratorio de Fusión por Confinamiento Magnético del CIEMAT, y la experiencia obtenida en más de veinte máquinas experimentales, se posee ya el conocimiento necesario para abordar la fase final de construcción de una instalación como ITER, paso necesario previo a la posterior comercialización de la fusión.

España comenzó a trabajar experimentalmente en programas de



→ Imagen virtual del reactor ITER en la que se puede apreciar las enormes dimensiones de este dispositivo

fusión a comienzos de los años ochenta, a raíz del Tokamak TJ-I, dispositivo toroidal del CIEMAT que jugó un papel esencial en la formación de los equipos de investigadores españoles en fusión. En 1986 se creó la Asociación EURATOM-Ciemat para fusión y se presentó el proyecto Helic Flexible TJ-II, dedicado fundamentalmente a estudiar el comportamiento de plasmas con eje magnético helicoidal (Stellarator). Este proyecto, resultado de un diseño del Ciemat en colaboración con los laboratorios de Oak Ridge (EE UU) y Max-Planck - Garching (Alemania), recibió apoyo preferencial de EURATOM, que lo financió en un 45%.

En 1994 se puso en marcha el Torsatron TJ-I Upgrade, el primer dispositivo de fusión totalmente construido en España, y que sirvió de base experimental para la construcción posterior del TJ-II. En 1999 fue transferido a la Universidad de Kiel en Alemania, en donde aún sigue funcionando.

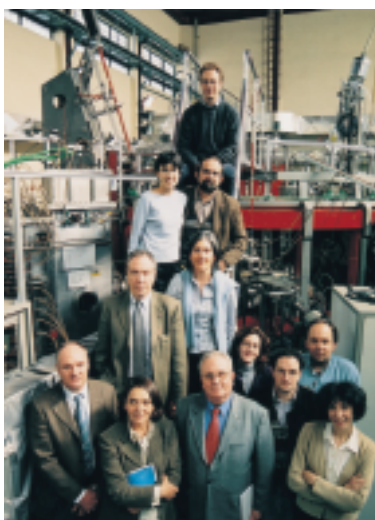
El TJ-II entró en funcionamiento en 1998 y desde entonces se ha mantenido en operación, proporcionando una valiosa información para la comunidad científica internacional a través de sus modernos sistemas de diagnóstico (activos y pasivos) y ⇒

**La fusión nuclear será la energía del futuro y España no puede quedarse atrás**

## En el año 2020, uno de cada cinco automóviles europeos se moverá mediante pilas de combustible e hidrógeno

calentamiento (microondas a la frecuencia ciclotrónica de los electrones e inyección de átomos neutros de hidrógeno).

Así se llegó a la integración española en el proyecto ITER. Las futuras plantas de fusión reproducirán la reacción nuclear más repetida en los sistemas estelares del universo: la unión de núcleos atómicos sencillos como el hidrógeno y sus isótopos, en átomos algo más complejos como el helio, con producción de energía adicional capaz de abastecer las necesidades de cualquier sistema planetario.



→ Carlos Alejalde, en el centro de la foto, junto a su equipo del Ciemat en 2003

Como en todos los procesos industriales de producción de energía, es necesario alcanzar una masa crítica de rentabilidad, de manera que los recursos económicos aportados en el origen sean inferiores a los obtenidos en el final del proceso. En el caso del ITER se trata de un problema nada desdeñable, puesto que es preciso calentar su combustible a temperaturas del orden de los cien millones de grados, para vencer la natural repulsión electrostática existente entre núcleos. Aunque el proceso ha sido largo y tecnológicamente muy costoso, en

la candidatura de Vandellós, nos encontramos desde el mes de diciembre en un bloqueo constante de la decisión sobre el emplazamiento, con Rusia y China apoyando a Europa y Estados Unidos y Corea del Sur apoyando la candidatura de Rokkasho en Japón. Es absolutamente necesario que este impasse se resuelva lo antes posible, o el propio proyecto ITER puede verse en peligro.

Pero estamos hablando de, al menos, veinte años de desarrollo de esta tecnología y de tal vez



experimentos como el europeo JET, se han vencido los problemas esenciales y se han alcanzado ya saldos energéticos significativos. Ha llegado, pues, el momento de abordar la fase final de la construcción del prototipo experimental de fusión nuclear y de introducir a España en el gran núcleo científico de la que muy probablemente será la energía del futuro.

Aunque para conseguirlo tenemos que superar el escollo de la elección de sede para el proyecto ITER. Al no haber sido elegida en Europa

otros veinte de introducción en el mercado y en nuestras vidas cotidianas. Mientras tanto, es obligado invertir en otras fuentes alternativas para la producción de energía, como las renovables, cuya aportación es todavía modesta pero muy necesaria para un desarrollo económico sostenible e investigar y profundizar en la potencialidad de tecnologías energéticas emergentes como aquellas encaminadas a minimizar el impacto medioambiental del uso de combustibles fósiles o nuevas tecnologías nucleares. ⇔

## La energía eólica ha proporcionado liderazgo internacional a las empresas españolas que apostaron por I+D en su momento

### El crecimiento imparable de la energía eólica

No ha sido la energía solar en el campo de las energías renovables, como parecía previsible, sino la eólica la que ha tomado el mando en España, hasta el punto de convertir a nuestro país, con 6.200 megavatios instalados, en el tercer productor mundial, tras Alemania (14.600) y Estados Unidos (6.370). El crecimiento ha sido espectacular, pues en tan sólo diez años se ha incrementado el potencial en 5.000 megavatios, lo que la convierte en la primera energía renovable, por encima de la hidráulica. En vista de ello, los 8.140 megavatios previstos en el Plan de Fomento de las Energías Renovables se han ampliado hasta los 13.000 para el umbral del año 2011. Hay que recordar que por estas fechas, el 12% de la energía producida en los Estados miembros de la UE deberá basarse en las renovables, de acuerdo con los compromisos adquiridos por cada uno de los países con la Comisión. La energía eólica de los parques españoles ha tomado el testigo, puesto que ya genera el 6% de la energía eléctrica de consumo.

El avance de la eólica y de otras energías renovables es, además, indispensable para que Europa pueda cumplir el compromiso adquirido en 1997 ante los 180 países reunidos en Kioto, y que se concreta en una reducción del 8% de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto al año base de 1990.

Junto a los evidentes beneficios medioambientales, la energía eólica es un sector industrial generador incansable de tecnología y que está proporcionando liderazgo internacional a empresas españolas que han apostado por invertir en I+D en este sector. Como muestra de ello, cabe citar los 96 proyectos de energía eólica presentados al Plan Nacional de I+D+i entre los años 2001 y 2004, a través del programa Profit (Fomento de la Investigación Técnica), con un presupuesto de 210 millones de euros. Y también los 17.000 empleos, entre directos e indirectos, que proporciona la energía eólica a la economía nacional, y que serán 51.000 en el año 2011, si se mantienen los altos niveles de crecimiento actuales.

El Plan Nacional de I+D+i incluye

una línea estratégica para la energía eólica, centrada en el desarrollo de aerogeneradores de media y alta potencia de mayor eficiencia y mejor calidad de energía suministrada a la red y en aerogeneradores de pequeña potencia para aplicaciones aisladas e híbridas.

### Solar y biomasa

El Plan Nacional de I+D+i también le dedica una especial atención tanto a la energía solar térmica (desarrollo de colectores, integración de centrales termoelectricas de torre, etc.) y a la fotovoltaica (desarrollo de células de lámina delgada, mayor rendimiento de componentes y abaratamiento de tecnologías, entre otras líneas), aunque el número de proyectos finalmente presentados a través del Profit (2001-04) se quedó algo corto a tenor de las expectativas de esta fuente energética: 160 proyectos y una inversión asociada de 520 millones de euros.

En energía solar parece haberse perdido pie, a juzgar por la ralentización del esfuerzo inversor que, hace algo más de veinte ⇒

**Nuestro país debe incorporarse lo antes posible al desarrollo del hidrógeno como vector energético.**



→ Placas solares en los exteriores del Recinto Ferial de IFEMA

años, dio lugar, por ejemplo, a la construcción de la Plataforma Solar de Almería como instalación científica modelo para la experimentación y demostración en energía solar de alta temperatura. A lo largo de todo este tiempo, se han hecho importantes esfuerzos en desarrollo tecnológico, pero se ha atascado su fase de industrialización al no encontrarse las vías adecuadas para impulsar los proyectos de demostración.

Para alcanzar los niveles esperados, la energía solar, y muy especialmente la fotovoltaica, habrá de mejorar sus niveles de investigación básica, tanto en las universidades como en los organismos públicos de investigación. En la solar térmica, por su parte, que se encuentra cercana al nivel tecnológico suficiente para su rentabilidad comercial, son necesarios proyectos de demostración que permitan reducir los costes de las instalaciones poniéndolas en un plano de igualdad competitiva respecto a otras tecnologías convencionales.

Con todo, la energía que peor ha cumplido las previsiones del Plan de Fomento de las Energías Renovables ha sido la biomasa,

probablemente y tomando como base la opinión de los expertos, por dos motivos bien concretos: la parada sufrida en el uso de la cogeneración y la falta de utilización de cultivos energéticos. En el periodo 2001-2004 se presentaron al Profit un total de 127 proyectos de biomasa, con un presupuesto de 188 millones de euros. En el haber del sector hay que mencionar, sin embargo, los esfuerzos realizados en la producción de biocombustibles líquidos, tanto en bioalcoholes como en biodiésel, a partir de aceites vegetales nuevos y usados.

#### Hidrógeno y pilas de combustible

Llegado a este punto es, por cierto, necesario reseñar el importante avance logrado en España en el desarrollo de la propulsión de vehículos mediante tecnologías alternativas, muy especialmente mediante la utilización de pilas de combustible alimentadas por hidrógeno, desarrolladas en estrecha colaboración de Empresas y el sector investigador público.

En el año 2020, según las previsiones de la UE, uno de cada cinco automóviles europeos se

moverá mediante la utilización de pilas de combustible e hidrógeno, lo que justifica que sea una de las acciones estratégicas de mayor futuro en el ámbito continental. El hidrógeno es una pieza básica de las líneas estratégicas en las que habrá que invertir mayores recursos y esfuerzos durante los próximos años.

Es una de nuestras responsabilidades que nuestro país se incorpore lo antes posible al desarrollo del hidrógeno como vector energético, y para ello la incorporación a las plataformas tecnológicas incipientes en la Unión Europea es una tarea urgente, donde no debemos excluir la construcción de una gran instalación.

En los ejemplos citados, como en tantos otros, tenemos un gran potencial en nuestro sistema de investigación-tecnología-empresa en el sector energético, tan importante para conseguir un desarrollo sostenible, y entre todos podemos hacerlo uno de los líderes europeos. ■