

ITER

La fusión cada vez más cerca

| Publicado el 19/05/2005 |

La posible instalación en Cadarache (Francia) del reactor experimental de fusión nuclear ITER ha despertado grandes expectativas en la ciencia europea. Confinamiento, estabilidad, operación estacionaria y control de impurezas serán algunos de sus objetivos. Joaquín Sánchez, director del Laboratorio Nacional de Fusión por Confinamiento Magnético del CIEMAT, que participa el 19 de mayo en el Maratón sobre Fusión Nuclear del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, analiza para El Cultural el confinamiento magnético y su situación en España.

En 2005 se celebra el centenario de la publicación de una serie de artículos de Albert Einstein que, en cierta medida, sentaron las bases de la física moderna. Esta fecha tiene sin embargo otra efeméride menos conocida: en 1955 se celebra en Ginebra la primera conferencia internacional para el "Uso Pacífico de la Energía Atómica" y en ella se presenta un dispositivo creado por los científicos rusos A. Sakharov (posteriormente premio Nobel de la Paz en 1975) e I. Tamm, denominado "Tokamak", capaz de calentar hidrógeno a temperaturas de 10 millones de grados y que abre el camino a la obtención controlada de energía a partir del proceso de fusión de los núcleos de hidrógeno.

La energía que se genera en nuestras centrales nucleares se basa en el proceso de fisión: un núcleo muy grande se rompe en dos medianos con obtención de energía. El proceso de fusión es el inverso: dos núcleos pequeños (deuterio y tritio, variedades del hidrógeno) se unen para dar lugar a uno de helio con obtención de energía. Un proceso similar, de fusión nuclear, es lo que utilizan las estrellas, y en particular el Sol, para generar su energía.

Fusión y naturaleza

La materia prima de la reacción de fusión es muy abundante en la naturaleza y además está distribuida por todas las regiones. El agua normal contiene 33 miligramos de deuterio y el tritio se genera a partir de otro elemento muy abundante: el litio, que entre otras posibilidades podemos extraer de la sal marina. Para hacernos una idea, con ocho gramos de materia prima podemos obtener mediante la reacción de fusión una cantidad de energía aproximadamente igual a la que nos daría el quemar diez mil litros de gasolina. El combustible es barato, abundante y no es peligroso ni perjudicial para el medio ambiente, tampoco lo son los productos de la reacción: el helio resultante es uno de los productos más inocuos que existen. ¿Dónde está entonces el problema, porqué no estamos usando desde hace tiempo esta fuente de energía?

El problema es que para que los dos núcleos se fusionen han de chocar entre sí a velocidades altísimas. La forma de conseguirlo es tener el combustible caliente, a una temperatura tal que las partículas en su agitación térmica alcancen las velocidades necesarias. Empezamos a vislumbrar mejor el problema cuando hacemos unos sencillos cálculos y comprobamos que la temperatura en cuestión es de cien a doscientos millones de grados. Suponiendo que tengamos medios para calentar el combustible, lo que es muy difícil de imaginar es el recipiente en el que lo vamos a mantener: los materiales sólidos resisten a duras penas varios miles de grados y nosotros estamos hablando de cien mil veces más...

Recipientes inmateriales

Una forma de hacerlo sería utilizar recipientes inmateriales: dado que las partículas del plasma están cargadas eléctricamente un campo magnético puede atraparlas. El Tokamak es una trampa magnética en forma toroidal que realiza precisamente esa tarea. El campo magnético retarda el escape de energía en el tokamak, pero no lo elimina completamente, el otro elemento importante para mantener la temperatura es, como en tantos otros casos en la naturaleza, el tamaño: los tokamaks más eficientes son los más grandes. Por ejemplo, el tokamak más grande del mundo, el JET (perteneciente a la Unión Europea y situado en Oxford), que ha llegado a producir potencias de fusión de hasta 16 millones de vatios, tiene una altura de unos 12 metros en su conjunto y un diámetro similar. Obviamente grandes tamaños implican grandes costes y dilatados tiempos de proyecto y construcción.

La idea de construir una gran máquina, de mayor tamaño que el JET y que supusiera la consagración de la energía de fusión como una realidad nace de un acuerdo que los presidentes Ronald Reagan y Mijail Gorbachov alcanzan en su cumbre de noviembre de 1985. Probablemente con la intención de mostrar al mundo su capacidad para colaborar en proyectos de interés común, eligen un campo de investigación que llevaba años siendo un foro abierto de comunicación y colaboración entre los dos bloques. La colaboración se extiende enseguida a la Unión Europea y Japón y nace el proyecto ITER. El ITER es un gran tokamak cuyo objetivo es conseguir que la energía de fusión producida por la propia reacción sirva para mantener el plasma a su temperatura de trabajo, en estas condiciones la reacción se mantiene sola, sin que tengamos que calentar el plasma con elementos externos. Se trata de una máquina de grandes proporciones (el volumen del plasma es aproximadamente diez veces el de JET, y en conjunto puede llegar a tener 25 metros de altura) y de tecnología superconductor, con un campo magnético en el centro de 5.3 Tesla, frente a los 3.6 del JET.

Cien millones de grados

Para dar una idea de su complejidad basta recalcar que en un espacio de aproximadamente dos metros tendremos temperaturas de cien millones de grados (en el plasma) y temperaturas de 271 bajo cero, cercanas al cero absoluto (bobinas superconductoras a 1.4 grados absolutos). Aparte de utilizar tecnología superconductor, será necesario desarrollar sistemas robotizados de mantenimiento, sistemas para calentar el plasma (aceleradores de partículas de un millón de voltios con potencias de decenas de Mega-vatios, generadores de radiofrecuencia a 170 GHz con 1 Mega-vatio cada uno), complicados sistemas de medida, sistemas de control, análisis de datos en la misma milésima de segundo en que se producen...etc.

Otro elemento importante será un sistema experimental para generar tritio a partir de sales de litio, que irá instalado en la periferia del plasma. El coste de ITER se sitúa en torno a los 4.500 millones de euros y en su construcción colaborarán, aparte de los cuatro socios iniciales, China y Corea del sur. Después de muchas vicisitudes durante su diseño (hubo que rehacerlo para reducir su coste en un 50%) y tras una cierta pelea entre Europa y Japón por la sede del proyecto, parece que el acuerdo está próximo y que pronto comenzará la construcción en Cadarache, al sur de Francia. Si todo va bien, ITER comenzará sus experimentos en 2015 y dejará el camino abierto para la construcción de centrales de fusión en la década de los 2030. En esta "carrera amistosa" hacia la fusión nuestro país participa desde los años 80.

Cuando en 1986 España entra en la Comunidad Europea, el CIEMAT establece un laboratorio asociado de EURATOM y propone la construcción de un dispositivo de generación de plasmas de fusión del tipo "stellarator", una línea cuya principal ventaja es su operación continuada y estable (el tokamak funciona en operación pulsada) lo que es muy conveniente para las futuras centrales comerciales de fusión. Este dispositivo, denominado TJ-II, se construyó en el CIEMAT, con un presupuesto de 30 millones de euros, y tras una revisión por un comité de expertos de EURATOM, el 45% fue financiado por la Comunidad Europea. TJ-II comenzó los experimentos en 1998 y ha sido un elemento dinamizador no sólo científico sino también industrial (el 60% de la construcción la realizaron empresas españolas, y posteriormente empresas españolas han ganado contratos para suministro de tecnología en el JET por valor de veinte millones de euros).

De Vandellós a Francia

La experiencia ganada en el programa de fusión permitió a España competir a nivel europeo por la sede de ITER. La calidad de la candidatura de Vandellós como posible emplazamiento permitió pasar con éxito todos los exámenes técnicos. Al final el acuerdo político dio el emplazamiento a Francia, pero España consiguió la sede de la oficina de adjudicación y seguimiento de contratos, que manejará un presupuesto cercano a los 2.000 millones de euros y comenzará su andadura en Barcelona el próximo Septiembre.

Joaquín SÁNCHEZ