

## GRANADA

## CIENCIA ABIERTA



DEPARTAMENTO DE  
Didáctica de las  
Ciencias  
Experimentales

● La carrera por tener un acelerador de partículas está en marcha. España, con Granada como sede, Polonia y Japón, las candidatas

Ricardo Casas del Castillo y  
José Miguel Vílchez González

Hace semanas que Granada Hoy viene informando sobre un hecho que puede tener gran repercusión para Granada, y también para Andalucía e incluso toda España. Nuestra ciudad pugna por ser la sede de un nuevo acelerador de partículas que ayudaría en la investigación y desarrollo de la fusión nuclear, fuente de energía que se prevé sea una de las principales soluciones a la crisis energética de la humanidad. La importancia de que Granada gane la "competición" por ser sede de este acelerador es enorme, pues se estima una inversión de cientos de millones de euros y la creación de miles de puestos de trabajo.

Parece que Polonia y Japón también compiten por llevarse el 'gato al agua' o el acelerador en cuestión. Parece, cómo no, que pudiera haber problemas en las relaciones entre las distintas instituciones (central y autonómica) por motivos políticos y económicos. Pero en lo que todo el mundo está de acuerdo es en que no se puede dejar escapar esta oportunidad y en el extraordinario trabajo realizado hasta el momento.

Polémicas aparte, vamos, desde *Ciencia Abierta*, a centrarnos en explicar qué es eso de un acelerador de partículas, y qué tiene que ver con la fusión nuclear. En efecto, es importante aclararnos en esta cuestión, ya que al hablar de 'aceleradores de partículas' las nos viene inmediatamente a la cabeza el "monstruo" del CERN, en Suiza; de hecho, en algunos artículos de prensa que anuncian el acelerador de Granada (esperemos) se muestran fotografías de diferentes partes del Gran Colisionador de Hadrones de Ginebra, aunque este tiene poco que ver con el que nos ocupa.

Comencemos centrándonos en la fusión nuclear. No hay que confundirla con otro proceso que quizás le suene más al lector: la fisión, con el Uranio como "combustible" de las centrales eléctricas, o "explosivo" de las bombas atómicas. Recordemos nuestros conceptos básicos de Física escolar. La materia está formada por átomos, y estos están constituidos por un núcleo (formado por

# Granada puede acelerar



El proyecto ITER, ubicado en Cadarache (Francia) es uno de los pilares del proyecto de EuroFusion.

REPORTAJE GRÁFICO. GRANADA HOY

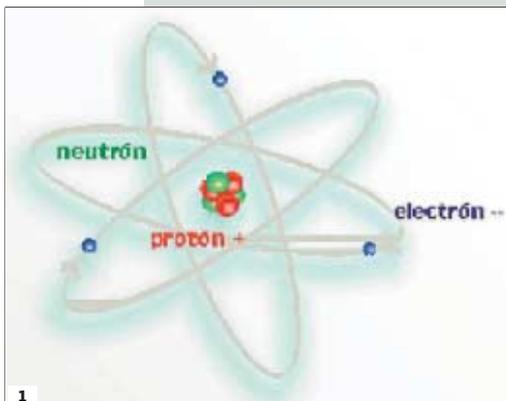
protones y neutrones) y electrones (Figura 1). Algunos de estos átomos son radiactivos, esto es, su núcleo es inestable y tiende a "romperse" (fisionarse) en otros más ligeros. Cada vez que esto ocurre se emiten varios neutrones que, a su vez, chocan con otros núcleos del mismo material, que también se fisionan (Figura 2). Como estos vuelven a emitir más neutrones, el proceso continúa. Si esta reacción en cadena se controla, tenemos la posibilidad de conseguir gran cantidad de energía (como ocurre en las centrales nucleares). Si no se controla, aumenta su ritmo de forma exponencial y tenemos una bomba atómica.

La fusión nuclear es, en cierto sentido, el proceso contrario, y en él también se libera gran cantidad de energía, incluso más que en la fisión (Figura 3). Consiste en que dos o más núcleos ligeros (generalmente de hidrógeno, formado por un único protón, o algunos de sus isótopos, como el deuterio—con un protón y un neutrón— o el tritio—con un protón y dos neutrones—) se combinan para formar otro más pesado, emitiendo energía. Este tipo de reacción es el que tiene lugar en todas las estrellas, como el Sol. Además, es una fuente de energía "limpia", en el sentido de que no genera, como residuo, elementos

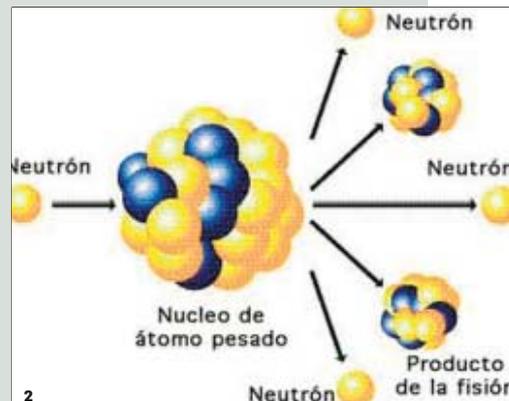
radiactivos de vida media larga, como ocurre con la fisión. Y además es inagotable, al menos a escala humana, dado el enorme almacén de combustible (hidrógeno) que tenemos en el agua de los océanos.

Y si es tan maravillosa, ¿por qué no se utiliza para solucionar los problemas energéticos y ambientales de la humanidad? La respuesta es sencilla: por la dificultad técnica de mantener el proceso activo y que rinda más energía de la que necesita para mantener la reacción. En efecto, al tener los núcleos atómicos carga eléctrica del mismo signo, positiva, se repelen, y hay que vencer dicha repulsión proporcionándoles una cantidad de energía enorme; por otro lado, el plasma formado alcanza aproximadamente un millón de grados y no existe ningún material que pueda soportar esas temperaturas, por lo que hay que confinarlo (mantenerlo en un cierto volumen y con una densidad y una temperatura muy elevadas) sin que toque nada.

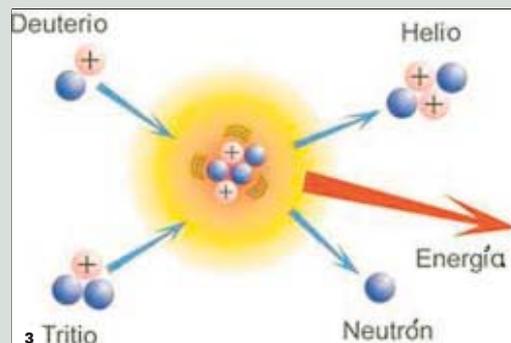
Este confinamiento se consigue



1



2



3

1. Gráfico en el que se pueden apreciar los componentes de un átomo. Fuente utilizada para la obtención de la imagen: [http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/1eso/T02-Estructura-materia/tema\\_2.htm](http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/1eso/T02-Estructura-materia/tema_2.htm) 2. Proceso en el que se aprecia la fisión nuclear. Fuente de la imagen: <http://cienciaquimica.webmium.com/> 3. Proceso de fusión nuclear. Fuente de la obtención de la imagen: <http://www.inin.gob.mx/temasdeinterres/fusionnuclear.cfm>.



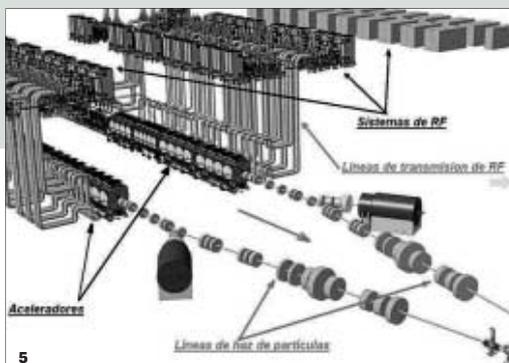
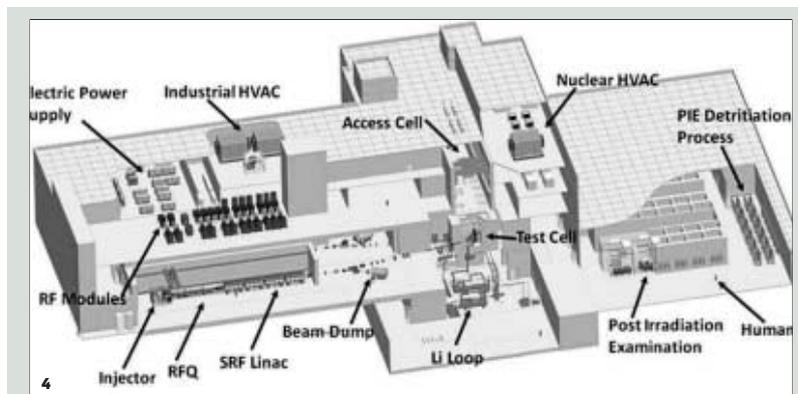
mediante unos "recipientes" en los que se generan campos magnéticos intensísimos que logran mantener el plasma con la forma deseada. Eso, al menos, en teoría, pues las dificultades técnicas son tales que hasta ahora no se ha conseguido mantener una reacción de fusión el tiempo suficiente como para que sea energéticamente rentable.

Además, durante el proceso de fusión nuclear se emite un número muy elevado de neutrones de gran energía, que escapan del volumen donde está confinado el plasma y colisionan con las paredes de la vasija, dañando los materiales de los que está fabricada.

Hace varias décadas se anunciaba que en 50 años estaría listo el primer reactor de fusión. Bastante tiempo después se seguía diciendo que estaría listo en unos 50 años. De hecho, se cuenta un chiste según el cual, independientemente de cuándo que

El objetivo es desarrollar la fusión nuclear, que se prevé que sea fuente de energía del futuro

se le preguntase a los científicos el tiempo que haría falta para tener listo el primer reactor de fusión, siempre quedarían 50 años. No obstante, estamos algo más cerca. No podemos seguir esperando otros 50 años. Uno de los problemas es, como se ha dicho, el material que se puede utilizar para contener en su interior a este plasma. Y ahí entra en juego el programa IFMIF (International Fusion Material Irradiation Facility), dirigido por la Agencia Internacional de la Energía, y en el que participan Japón, la Unión Europea, Estados Unidos y Rusia, y que pretende analizar el com-



4. Proyecto del edificio que albergará al IFMIF. Fuente de la imagen: <http://www.ifmif.org/>. 5. Vista del diseño propuesto para los aceleradores IFMIF. Fuente de la imagen: <http://www.ciemat.es/>.

portamiento de diversos materiales en condiciones parecidas a las que existen en el interior de un reactor de fusión. El IFMIF pretende realizar toda una serie de investigaciones previas para analizar el comportamiento de los materiales sometidos a las condiciones que regirán en el interior del reactor nuclear de fusión, así se contribuye a la selección y optimización de las distintas alternativas existentes como futuros materiales de construcción del "recipiente" para albergar el proceso de fusión nuclear.

Para ello se crearán unos enormes aceleradores que serán capaces de producir un trillón de neutrones (es decir: 1.000.000.000.000.000.000) cada segundo, por cada metro cuadrado de superficie, con la misma energía que tendrán cuando esté activo y en funcionamiento el reactor nuclear, y se irradiarán con ellos distintos materiales para comprobar su longevidad ante el bombardeo con neutrones. Se trata de un proyecto a gran escala, y con el propósito de guiar en el diseño

energías de interés para los físicos de partículas, se inyectan protones y sus antipartículas, denominadas antiprotones, y se hacen colisionar. El resultado obtenido son muchísimas partículas de vida muy corta con las que los físicos investigan las teorías acerca de la estructura última de la materia y sus interacciones. En el del CERN, por ejemplo, se descubrió hace poco el bosón de Higgs, una de las partículas más buscadas de las últimas décadas.

Nuestro acelerador (no dejemos que se lo lleven los polacos) es lineal, como se muestra en la imagen (Figura 5). En él se acelerarán núcleos de deuterio (recuerden, ese isótopo del hidrógeno con un protón y un neutrón en el núcleo) que colisionarán con blancos fijos: núcleos de litio (formados por 3 protones y tres o cuatro neutrones, según el isótopo). En este caso, el producto de la colisión no es un conjunto de partículas extrañas a estudiar, sino, entre otros, neutrones de alta energía, que serán los empleados para probar los materiales del futuro reactor. ¿Ingenioso, verdad?

Y es que la ciencia funciona así, encontrando respuestas a problemas con ideas ingeniosas y creativas. Y a veces, como esta, para resolver un problema se acude a otros más sencillos cuya resolución contribuya de algún modo a la del problema principal. Esperemos que el acelerador, y todo el conjunto de elementos que lo acompañan (Figura 4), se construya en Granada para poder vivir de cerca los avances en la investigación sobre fusión nuclear.

Así que ya saben, si conocen a alguien que conozca a alguien que pueda influir en la decisión política final, coméntenle que esto es, además de interesante, importante, y que esta vez merece la pena; en otras palabras, pídanles que esta vez se actúe con ciencia y con conciencia. Y todos juntos.

## EMASAGRA INFORMA

Con motivo de la Mejora de las Infraestructuras de Saneamiento y Abastecimiento en el entorno de la Calle Virgen Blanca, el tráfico quedará cortado para la ejecución de un nuevo colector de saneamiento y renovación de la red abastecimiento en el tramo comprendido entre el Callejón de la Acequia Gorda y la Rotonda de Neptuno, **desde el 6 de julio hasta el 31 de agosto.**

Se regulará el tráfico de la Calle Virgen Blanca a través del Callejón de la Acequia Gorda para residentes, colegios y residencia.

Emasagra lamenta las molestias que dicha intervención pueda ocasionar.



@Emasagra | [emasagra.es](http://emasagra.es)



## ANUNCIO

El Pleno de la Diputación Provincial de Granada, en sesión celebrada el día 30 de junio de 2016, adoptó acuerdo de aprobación provisional de la modificación de la **Ordenanza fiscal reguladora de la tasa por matrícula en el Aula Mentor que gestiona la Diputación de Granada**, anunciándose la apertura del periodo de exposición pública por plazo de TREINTA DIAS, dentro de los cuales los interesados podrán examinar el expediente, en horario de oficina y en el Servicio de Gestión Presupuestaria y Contable, así como presentar las reclamaciones que estimen oportunas; caso de no presentarse ninguna, el acuerdo se entenderá elevado a definitivo de forma automática.

Lo que se hace público para general conocimiento y cumplimiento de lo establecido en artº 17 del Real Decreto Legislativo 2/2004, de 6 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales.

Granada, 30 de junio de 2016  
El diputado de Recursos Humanos, Economía y Patrimonio  
Fdo.: D. Manuel Gregorio Gómez Vidal