

## FUSIÓN NUCLEAR

Mediante la fusión  
térmica

Consiste en calentar los átomos hasta lograr una masa gaseosa denominada plasma, compuesta por electrones libres y átomos altamente ionizados

Sistema usado por el NIF  
(National Ignition Facility)

# Tema del día:

## Gran avance científico

MICHELE CATANZARO  
Barcelona

Un laboratorio de EEUU ha conseguido generar por primera vez un proceso de fusión nuclear que genera más energía de la empleada para activarlo y allana un largo camino hacia la producción de energía limpia e ilimitada. Así lo anunciaron representantes del Gobierno de Estados Unidos e investigadores del Laboratorio Nacional Federal Lawrence Livermore (LLNL), en California. En este centro, el pasado 5 de diciembre a la una de la noche, se consiguió durante unas milmillonésimas de segundo una ganancia de energía por medio de la fusión nuclear. De los 2,05 megajulios de energía de los láseres que ponen en marcha el proceso, se obtuvieron 3,15 megajulios, ha afirmado Marvin Adams, de la Administración Nacional de Seguridad Nuclear. Este excedente es superior a la cifra que circuló en los días pasados entre la comunidad científica. El sistema se basa en el mismo fenómeno físico con el cual se genera energía en las estrellas. Con ello, se pretende producir energía limpia a partir de un recurso barato e abundante: el hidrógeno. Hasta ahora, la energía gastada en los experimentos de fusión nuclear nunca había sido superior a la generada. El hito se ha llevado a cabo en el marco de un programa de mantenimiento del arsenal nuclear norteamericano.

### Un largo camino

El camino hacia el desarrollo industrial aún es largo e incierto. Serán necesarias décadas para conseguir aplicaciones viables, según Kim Budil, directora del Laboratorio Nacional Federal Lawrence Livermore. Una prueba

# Fusión nuclear que crea energía inagotable

Un laboratorio de EEUU logra generar energía limpia en un proceso que imita lo que ocurre en las estrellas • Un prototipo de central alimentada de esta forma no se espera hasta dentro de décadas

de ello es que se usaron 300 megajulios de electricidad para cargar los láseres del experimento, mucho más de la energía que se acabó generando. Tanto la eficiencia de los láseres como la ganancia del proceso tienen que aumentar muchísimo para que el sistema tenga un balance posi-

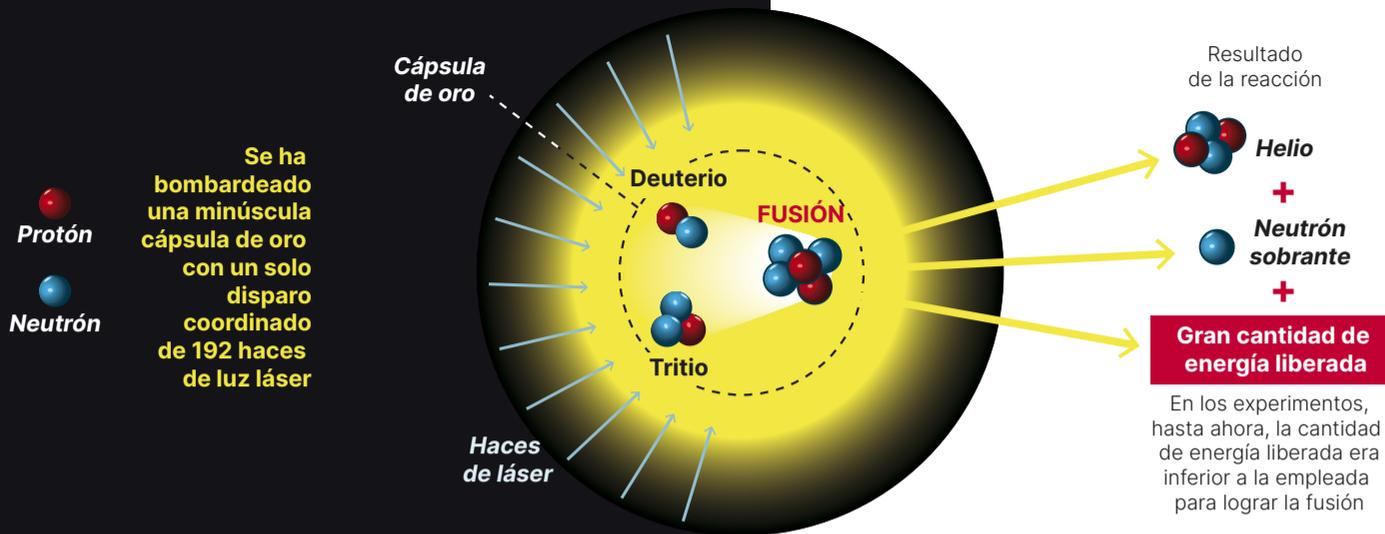
vo en su conjunto. No obstante, lo conseguido en el proceso físico de fusión entusiasma a los expertos. «Esa ganancia es un resultado excepcional», afirma José Manuel Perlado Martín, presidente del Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid.

«Es un punto de inflexión en un camino hacia una energía limpia y masiva. Si se alcanzara sería un cambio de paradigma: por primera vez, la energía sería controlada no por quienes tienen los recursos, sino por quienes tienen la tecnología», afirma José Aguilar Medina, coordinador de IFMIF-DONES, un centro en construcción en Granada que estudiará los materiales de los reactores de fusión.

### ¿Cómo funciona?

En el experimento, 192 haces de láser de alta potencia se dispararon contra las paredes internas de un cilindro del tamaño de una lata de bebida. Los rayos X reflejados por las paredes se concentraron en una cápsula diminuta en el centro del cilindro, que contenía átomos de hidrógeno, en concreto los isótopos (variantes) deuterio y tritio. El láser





comprime la cápsula 10.000 veces y la lleva a una temperatura de 150 millones de grados, superior a la del núcleo del sol. En estas condiciones, los núcleos del hidrógeno se funden, generando átomos de helio, neutrones y energía. Se trata del mismo proceso que genera la energía del sol y las otras estrellas. El fenómeno ocurre durante unas milmillonésimas de segundo, pero el recuento de los neutrones generados permite estimar la energía producida.

El secreto del éxito del experimento son las cápsulas: unas esferas de un material parecido al diamante, con imperfecciones inferiores a las del tamaño de una bacteria, según explicó el jefe de los técnicos del experimento, Jean Michel Di Nicola. Eso permite que la compresión del hidrógeno sea simétrica y no haya escapes. Un aspecto importante es que este sistema no tiene nada que ver con el hidrógeno usado, por ejemplo, en algunos coches. Allí se usan cantidades mucho mayores de hidrógeno y la energía se produce con un proceso físico totalmente distinto, combinando hidrógeno con oxígeno.

El experimento forma parte del programa de mantenimiento del arsenal nuclear de EEUU, en concreto de sus bombas ter-

monucleares, o bomba H (de hidrógeno). Estas bombas también emplean un proceso de fusión nuclear, pero no se activa con láseres, sino con la onda de presión de una pequeña bomba atómica convencional. Los investigadores del LLNL no escondieron que parte de su misión es hacer experimentos que reproduzcan la fusión nuclear de forma controlada, para estudiar las bombas y mejorarlas. Sin embargo, una fusión nuclear como la del experimento no podría de ninguna forma parecerse a una bomba. No es activada por una bomba atómica sino por láseres, no contiene ninguna forma de reacción en cadena y no hay residuos radioactivos.

#### Las diferencias

El sistema empleado en EEUU, llamado confinamiento inercial, es distinto al de ITER, el gran reactor de fusión nuclear, en construcción en Cadarache, que es la gran apuesta de la Unión Europea. Este se llama confinamiento magnético. En él, cantidades mayores de hidrógeno son confinadas por medio de campos magnéticos, que son los que les transmiten energía, en lugar de los láseres. El confinamiento magnético no ha conseguido el hito de la ganancia energética, hasta ahora.

Sin embargo, de realizarse, podría mantener la reacción en función durante tiempos mucho más largos. Ayer, la directora del LLNL admitió que el confinamiento magnético tiene un desarrollo industrial superior al inercial. ■

El despliegue industrial de la fusión nuclear se enfrenta a grandes obstáculos tecnológicos. Es improbable que el sistema ayude en la transición energética más urgente. Los primeros prototipos de reactores conectados a la red se prevén para mediados de este siglo.

## Los retos tecnológicos que se deberán superar

Conseguir un reactor comercial es una cuestión de generaciones, no de años. Así resume las perspectivas industriales de la fusión nuclear César Huete Ruiz de la Lira, investigador en la Universidad Carlos III. El científico recuerda que el hito actual se había anunciado inicialmente para 2003, luego se aplazó a 2012 y, finalmente, se ha conseguido 10 años después. «Sin embargo, merece la pena intentarlo. Es algo que puede cambiar radicalmente el panorama energético», afirma.

Los combustibles de la reacción no son recursos raros: el deuterio se extrae del agua de mar, y el tritio, del litio, pero se necesitarían pocas cantidades de ambos, lo que representaría un recurso prácticamente infinito. El marco temporal dado por Kim Budil, directora del Laboratorio Nacional Federal Lawrence Livermore, es de décadas.

La hoja de ruta europea de fusión prevé los primeros prototipos de reactores conectados a la red para mediados de este siglo. Durante los próximos años, ¿qué retos tecnológicos serán los más importantes a la hora de desarrollar este tipo de energía?

**RETO 1: EL GASTO ELÉCTRICO.** / El obstáculo más evidente del sistema de Estados Unidos es la enorme cantidad de electricidad gastada para cargar los láseres del experimento: 300 megajulios, para que descarguen sobre el hidrógeno tan solo

M. C.  
Barcelona

2,01 megajulios. Eso es casi 100 veces más que los 3,15 megajulios generados por la fusión. Los láseres del LLNL son tecnología de los años 80, según Tammy Ma, investigadora del centro. Los láseres más modernos, especialmente los de diodos, podrían alcanzar eficiencias mucho mayores. Sin embargo, siempre habrá una pérdida en cargarlos. Por ello, la fusión debería generar decenas o centenares de veces más energía de la de los láseres, para compensar ese gasto eléctrico.

**RETO 2: EL PRECIO DE LAS CÁPSULAS.** / Las cápsulas de hi-

Efe



El laboratorio Lawrence Livermore National que ha logrado el «hito histórico».

drógeno son el secreto del experimento. Huete estima que cada una de ellas cuesta unos 10.000 dólares. Su manufactura tiene que ser perfecta, para que su contenido no se escape durante la compresión. Para una producción industrial se necesitaría un pellet de muchas cápsulas, lo que requeriría rebajar radicalmente su coste.

**RETO TRES: LAS PAREDES DEL REACTOR.** / Durante la fusión nuclear se libera una gran cantidad de neutrones que bombardean las paredes del reactor. Además, el hidrógeno alcanza temperaturas superiores a la del interior de las estrellas. «Si la reacción se produjese por un periodo más largo, el contenedor se derretiría», observa José Aguilar Medina, coordinador de IFMIF-DONES, un centro internacional emplazado en Granada que pretende abordar este problema.

**RETO CUATRO: EL FUNCIONAMIENTO CONTINUO.** / En el experimento del LLNL, se indujo la fusión en una cápsula de hidrógeno durante unas milmillonésimas de segundo. En un reactor industrial se deberían generar reacciones de este tipo continuamente, con una recarga rápida de los láseres y una provisión continua de nuevas cápsulas. Eso requiere láseres pulsados de alta potencia, fabricación de cápsulas a toda velocidad o sistemas de sincronía que, de momento, no existen. ■