

# Manuel Perlado

Director del Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid

**La fusión es calificada como la energía de futuro. Debido a los amplios plazos necesarios para su utilización como generadora de electricidad, parece que siempre estamos a 50 años de la meta. Para Manuel Perlado, sin embargo, se han hecho avances muy importantes que permiten ser optimista sobre el objetivo de producir energía de fusión en un futuro no muy lejano.**

José Manuel Perlado es catedrático de Física Nuclear en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y director del Instituto de Fusión Nuclear (DENIM), habiendo sido, hasta 2004, director del Departamento de Ingeniería Nuclear. Es representante del Gobierno Español en el Comité Consultivo de la Unión Europea/Euratom para Fusión Nuclear en los Programa Marco y asesor de la representación española en el Programa *Keep-in-touch* en Fusión Nuclear Inercial. En su actividad investigadora ha sido investigador principal del Grupo de Trabajo 8, y co-investigador principal en el 15 del Proyecto ESFRI de la Unión Europea, HiPER, Fusión Nuclear por Láser, así como investigador principal de dos proyectos Integrales en Euratom sobre materiales bajo irradiación. Entre sus múltiples responsabilidades en proyectos de investigación destacan su labor como representante de la Comunidad de Madrid en el Proyecto ESFRI de la Unión Europea *Extreme Light Infrastructure* (ELI), en su fase preparatoria; líder del grupo de participación en el Proyecto de Acompañamiento de ITER, relacionado con la instalación IFMIF, en la UPM; director asociado y representante científico de la UPM en el Proyecto de TechnoFusión para la Comunidad de Madrid; investigador principal de la UPM en el Proyecto Consolider Techno\_Fus; y signatario del Primer *Memorandum of Understanding* entre el Instituto de Fusión Nuclear y el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, y el Instituto de Fusión Nuclear con el *Institute of Laser Engineering* de la Universidad de Osaka.



## LA FUSIÓN, CADA DÍA MÁS CERCA

La fusión ha sido considerada tradicionalmente como la solución de futuro para una producción económica, segura y masiva de energía.

La complejidad del diseño de las grandes estructuras que se requieren, así como aspectos relevantes como el estudio de los materiales, hacen que el plazo para alcanzar esa ansiada meta resulte lejano en el tiempo.

Sin embargo, para Manuel Perlado, la típica afirmación de que se requieren 50+50+50 años "no es cierta. Si analizamos las cifras de crecimiento de potencia de las máquinas experi-

mentales de fusión en cualquiera de los dos campos –en el inercial, fundamentalmente por láseres, y en el magnético– el crecimiento es exponencial".

"En la década de los años setenta del siglo pasado, las máquinas eran capaces de alcanzar decenas de vatios. En este momento, sin embargo, el ITER estaría programado para los 500 megavatios, y de láseres de algunos julios se ha pasado a algunos megajulios. Por lo tanto, si somos serios hemos de reconocer que la subida de potencia y energía de las máquinas es absolutamente impresionante".

## DOS VÍAS CON UN MISMO FIN

La investigación en fusión se desarrolla en dos líneas fundamentales. Por un lado se encuentra la fusión por confinamiento magnético, cuya principal instalación es el ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). Este sistema, que se construye en Cadarache (Francia), y en el que participa España, es la más conocida por la opinión pública.

La otra línea de investigación es la fusión por confinamiento inercial, en la que trabajan centros españoles como el Instituto de Fusión Nuclear de la UPM, y que cuenta con dos instalaciones de relevancia internacional: el NIF (*National Ignition Facility*), que se encuentra en el Laboratorio Nacional de Lawrence Livermore en EEUU, y el Láser Mega Joule (LMJ), en Burdeos, Francia.

El avance en ambas líneas es evidente, como indica Manuel Perlado. "En este momento podemos decir que las dos están alcanzando lo que llamamos el punto de ignición, que significa que la máquina puede alcanzar la misma potencia, o energía, que se le suministra, e incluso un poco más. En el caso del ITER, se programa para los 500 megavatios; en cuando al NIF, se podría alcanzar la misma energía del láser (aprox. 2 MJ) hasta obtener una ganancia de 20 o 30. Por lo tanto, están en una situación similar".

"Si ponemos la vista un poco más allá, pensamos que el ITER previsiblemente generará el primer plasma en el año 2018, y el plasma de ignición entre 2024 y 2026. En cuanto a la fusión por confinamiento inercial, si hablamos de producir la energía -no la potencia- necesaria para un disparo, la ignición está prevista teóricamente para principios del próximo. Además, una ganancia de diez veces se alcanzará aproximadamente dos o tres años más tarde. Todo esto se refiere a las investigaciones que se llevan a cabo en el NIF de Livermore. En cuanto al LMJ francés, está previsto que funcione en 2014. Esta aclaración entre potencia y energía en el caso de la fusión inercial pasa por disponer de un sistema de iluminación (láser)



de naturaleza repetitiva, algo alcanzable en una década".

## EL PASO FINAL

Es difícil resistirse a la tentación de preguntar cuándo será posible tener energía eléctrica producida a partir de la fusión nuclear. Sin embargo, los tiempos en el mundo de la investigación tienen poco que ver con la inmediatez de la vida diaria, y cada proceso tiene su propia evolución.

En este sentido, Perlado reconoce que el paso desde que se logre la ignición hasta que se construya en reactor comercial "no es inmediato. Si nos referimos al ITER, la investigación de todos los procesos de confinamiento magnético es compleja. Pero, aún más, cuando esta instalación alcance los objetivos buscados, en ese momento finalizará su funcionamiento porque ese es precisamente su objetivo, pero no el de convertirse en un reactor".

"En paralelo con la investigación en la propia máquina deben realizarse estudios para extraer la energía

que se genere; además, hay que reproducir el tritio, que es un material escaso y no existente como recurso en la naturaleza, y que debe regenerarse. Aún más, es crítico investigar en los materiales, porque deben ser muy resistentes a la radiación y a las extremas condiciones en las que se van a encontrar, y hay que lograr que no se activen -es decir, que no se conviertan en radiactivos- en el proceso".

En suma, son muchas las líneas de investigación que van en paralelo con los estudios propios de las instalaciones como ITER o NIF.

## LAS VÍAS PARALELAS

La investigación en fusión requiere, en paralelo, de diversas investigaciones especializadas en aspectos muy concretos. Para ello, en el caso de ITER se ha definido el programa Broader Approach, en el que están especialmente implicados Europa y Japón.

"En el Broader Approach -explica el profesor Perlado- se desarrollan parcelas de estudio de aspectos que se sabe que van a ser fundamentales para ir hacia un demo. La iniciativa principal es construir una instalación

denominada *International Fusion Materials Irradiation Facility* (IFMIF), que utilizando otro tipo de reacciones nucleares consiga un alto flujo de neutrones de una manera cuasi continua y sirva para irradiar los materiales y comprobar cómo se van degradando. Aquí participan Europa y Japón, y España está contribuyendo activamente, a través del Ciemat y de universidades y grupos de investigación. La primera fase será la construcción, en Japón, de una instalación denominada IFMIF-EVEDA, que analizará flujos pequeños, y en la que está participando el Ciemat y universidades".

Si analizamos las cifras de crecimiento de potencia en cualquiera de los dos campos -en el inercial y en el magnético- el crecimiento es exponencial■

Además de los proyectos fundamentales como ITER o NIF, existen otros en marcha en el mundo. "En Europa –indica Manuel Perlado– hace unos años surgió el Proyecto HiPER, un diseño en fusión inercial por láser protagonizado, por primera vez, por todas las entidades europeas: Inglaterra, Francia, España, Italia, Portugal, Alemania –que no firmó el acuerdo, pero está dentro– y la República Checa. Este proyecto está auspiciado, y lo estará dos años más, por la Unión Europea, con la aportación económica de cada uno de los países. Este diseño, de alguna manera, aprovecha las lecciones aprendidas de NIF, y va hacia la proposición de un dispositivo de ingeniería, prototipo y reactor de fusión inercial, pasando por un periodo de consolidación de investigaciones parciales de medio tamaño que definan y eliminen, por investigación, los riesgos de construir un reactor".

"Por su parte, los americanos también han utilizado los conocimientos del NIF para lanzar el proyecto *Laser Inertial Fusion Energy* (LIFE)".

En definitiva, para Manuel Perlado "la estrategia está clara. Mientras los proyectos principales, construidos o en construcción, en cada una de las líneas de investigación –NIF y LMJ en inercial, ITER en magnético– avanzan, en paralelo se estudian los materiales, la fluidodinámica y todos aquellos sistemas que serán necesarios para dar el paso desde una instalación de demostración al reactor que sea capaz de generar energía/potencia de forma permanente y viable".

## UN FUTURO QUE PARTE DE REALIDADES EXISTENTES

La actualidad de la investigación en fusión se centra en los grandes proyectos que analiza nuestro entrevista-

El retorno que corresponde a España es superior a aquellos que van a Alemania y Reino Unido ■



do, y que son el NIF, el LMJ en fusión por láser y –como estrella principal en fusión magnético– el ITER.

Sin embargo, nadie olvida los desarrollos que están en el origen de este largo e intenso proceso. "En las comisiones internacionales en las que participamos, como representantes españoles, Joaquín Sánchez, el director del Laboratorio de Fusión de fusión del Ciemat, y yo mismo, los planteamientos sobre los nuevos proyectos llevan habitualmente a analizar el avance de los que constituyen la base de las investigaciones, como el TJ2 del Ciemat, el JET en Culham (Reino Unido/Euratom) o el JT60 de Japón".

Aún más, el país nipón tiene previsto construir otro proyecto en la línea del JT60, y esto explica su gran interés por los programas enmarcados en el *Broader Approach*. "Esto reafirma el interés de muchos países en la fusión. Por ejemplo, un caso a reseñar es China, que además de estar presente en ITER tiene abiertas diversas líneas de investigación, desde fusión inercial a fusión magnética o reactores híbridos; tienen planes para hacer muchas cosas".

## LA FUSIÓN EN ESPAÑA

España cuenta con una tradición en el mundo de la investigación nuclear muy conocida por los profesionales del sector, aunque muy poco reconocida por la sociedad en general.

Algunos de los protagonistas forman parte de la historia, como el Ciemat si hablamos de fusión por confinamiento magnético. "Este Centro –explica Perlado– es la referencia de Euratom en España, y por lo tanto cualquier iniciativa en este campo debe hacerse a través de la asociación Ciemat-Euratom".

En fusión por confinamiento inercial, la referencia es el Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid, que dirige nuestro entrevistado.

Pero no finaliza aquí el esfuerzo de nuestro país en fusión. "Son muchas las universidades que desarrollan iniciativas interesantes. Por ejemplo, la Universidad Carlos III tiene personal excelente trabajando en plasma y en materiales; la Politécnica de Madrid tiene, además de nuestro Ins-

tituto, a un grupo trabajando en materiales; la Autónoma de Madrid está cediendo parte de las instalaciones, y está metida en programas de fusión para la irradiación con los aceleradores de iones que tienen en el CMAM de materiales aislantes/ópticos/estructurales; la Universidad Complutense dedica parte de su esfuerzo en la investigación de materiales avanzados para fusión y bajo irradiación, además de poner su contribución en el uso de láseres; el laboratorio de Microelectrónica del CSIC está activamente colaborando con su experiencia en materiales avanzados útiles para fusión; la UNED cuenta con el mejor grupo en Europa para hacer los estudios de activación de materiales sobre seguridad y protección radiológica; la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria trabaja junto a la UPM en el área de la física atómica y diagnóstico de los Plasmas de Fusión; el Centro de Estudios Avanzados de San Sebastián tiene desarrollos muy destacados; en el País Vasco se está investigando la difusión de especies ligeras en los materiales estructurales; la Universidad Politécnica de Cataluña está en un programa Consolider, sobre

La potencia de investigación en fusión que está demostrando España está en consonancia con otros países presentes en esta área de la ciencia ■

ciclos de potencia. Y lo significativo además, para que la sociedad lo sepa, es que este esfuerzo es realmente coordinado”.

Sin duda, este abanico demuestra el esfuerzo en investigación alrededor de la fusión que se está haciendo en nuestro país, mucho más importante de lo que la población se imagina. “Se puede decir que la potencia de investigación en fusión que está demostrando España está en consonancia con otros países importantes, como Francia, que están muy presentes en esta área de la ciencia”.

## UN EJEMPLO DE PROYECTO ESPAÑOL

Una de las iniciativas en las que trabajando el profesor Perlado es TechnoFu-

sión, una instalación científico técnica singular (ICTS), que fue aprobado en 2006 por el conjunto de las comunidades autónomas. Como todas las ICTS, el 50 por ciento del proyecto estaría a cargo del Gobierno central, y el 50 por ciento de la propia comunidad autónoma, en este caso la Comunidad de Madrid.

“El objetivo era construir un laboratorio en España, que fuera útil también para laboratorios extranjeros, y que trabajara en ese paso entre el ITER y el reactor comercial. En un principio fue una acción original del Ciemat y la UPM, y hace ahora un año, en enero de 2011, se fundó la Fundación TechnoFusión, en la que participan como patronos el Ciemat, la UPM y la Universidad Carlos III, y que cuenta con colaboradores destacados como la UNED, la Autónoma de Madrid o la Complutense. El objetivo es seguir avanzando en la construcción de distintos laboratorios, en diferentes áreas tecnológicas, que salven el gap entre una instalación que da potencia a escala de ingeniería, como el ITER o el NIF, hasta lo que será un reactor de demostración a escala comercial”.

## UNA APUESTA CON RETORNO

España cuenta con empresas muy preparadas y que trabajan en proyectos internacionales de fusión. En palabras del profesor Perlado, “el retorno que España ha conseguido de ITER, a través de las empresas que allí participan, es muy importante. Además, hay que tener en cuenta que si se cualifican para trabajar en IFMIF podrían hacerlo en cualquier otra iniciativa. Sin duda la participación de la industria española en el área de fusión inercial, si se llegase a dar, supondría la inclusión de nuestro país en un mundo científico y tecnológico apasionante y nuevo, con posible base industrial posterior, desde los láseres de potencia hasta la manufactura de nanotecnología”.

Para dar cifras concretas, baste con indicar que si se comparan los totales de contribuciones a distintos países concedidos en oferta pública por *Fusion for Energy* (F4E), se puede concluir que lo que corresponde a España es superior a aquellas que van a Alemania y Reino Unido, siendo la primera Francia. ■

# LAS CENTRALES NUCLEARES EN 2011

*Experiencias y Perspectivas*

# NUCLEAR POWER PLANTS IN 2011

*Experiences and Prospects*



Asociación Española de la Industria Eléctrica

1 de marzo de 2012  
March 1<sup>st</sup>, 2012

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

José Gutiérrez Abascal, 2 - 28006 MADRID

