



Guillermo Velarde

Catedrático de Física Nuclear de la ETSII de Madrid

Son numerosos los profesionales del sector nuclear español que le han tenido como profesor durante sus estudios y muchos saben de su participación científica en los proyectos de fusión, especialmente al frente del Instituto de Fusión Nuclear de la UPM. Sin embargo, esta entrevista nos ha permitido conocer al profesor Velarde en facetas de su vida científica desconocida para muchos.

El profesor Guillermo Velarde es Doctor Ingeniero Aeronáutico. Inició su actividad profesional en la Junta de Energía Nuclear en 1956, donde trabajó hasta 1980. En el año 73 obtuvo la Cátedra de Física Nuclear de la ETS de Ingenieros Industriales de Madrid, y en 1981 creó el Instituto de Fusión Nuclear, dentro de la propia UPM, del que es Director.

Su carrera militar le ha llevado a alcanzar uno de los más altos grados, el de General de División del Ejército del Aire.

En la actualidad es miembro del Advisory Group on Inertial Fusion Energy del OIEA desde 1991, y Presidente de la Comisión Coordinadora de Fusión Inercial de la Unión Europea desde 1999.

Los inicios

En primer lugar, nos interesamos por conocer cómo inició Guillermo Velarde su interés por la energía nuclear.

«En 1956 ingresé en la División de Física Teórica de la Junta de Energía Nuclear, y unos meses más tarde, el Almirante Otero, entonces Vicepre-

sidente de la Junta, me envió a los Estados Unidos para estudiar física e ingeniería nuclear, primeramente en la Universidad de Pennsylvania y después en el Laboratorio Nacional de Argonne en Chicago. Cuando terminé estos estudios, la JEN me envió a Atomics International en Los Angeles para trabajar en el cálculo nuclear del Reactor DON, regresando definitivamente de los Estados Unidos en 1963.»

El proyecto DON es poco conocido por los nuevos profesionales del sector, por lo que el profesor Velarde nos da algunos detalles sobre su desarrollo y las razones para su estudio desde la Junta.

«Los reactores moderados por agua pesada, y en particular el DON, son neutrónicamente superiores a los moderados por agua ligera, por lo que, a finales de la década de los años 50, varios países estaban interesados en su desarrollo. Sin embargo, debido a que a igual potencia son más voluminosos, no resultaban aptos para la propulsión nuclear. De hecho, los Estados Unidos, por un lado, y la URSS, por otro, desarrollaron los reactores de agua ligera para sus submarinos, aprovechando los

enormes gastos de investigación y desarrollo realizados para comercializarlos en la producción de energía eléctrica. En estas condiciones era imposible poder competir con otro tipo de reactor nuclear, por lo que, al final, prácticamente todos los países adoptaron esta tecnología.

«Curiosamente, éste es un ejemplo que se va repitiendo otras veces. Entre dos proyectos diferentes con un objetivo civil, en el que uno de ellos solamente tiene aplicaciones civiles y el otro tiene, además, aplicaciones militares, se impone siempre este último, aunque no sea el mejor para su utilización civil.

«Por este motivo, tanto el DON como otros proyectos de reactores de agua pesada que se estaban desarrollando en otros países, fueron finalmente abandonados.»

Los años sesenta

A la vista de las pocas posibilidades que se vislumbraban para su uso, la Junta perdió interés por el proyecto DON. Recuerda nuestro entrevistado que «cuando en 1963 regresé definitivamente de los Estados Unidos, el Almirante Otero me encargó que estudiase la viabilidad de un explosivo nuclear.

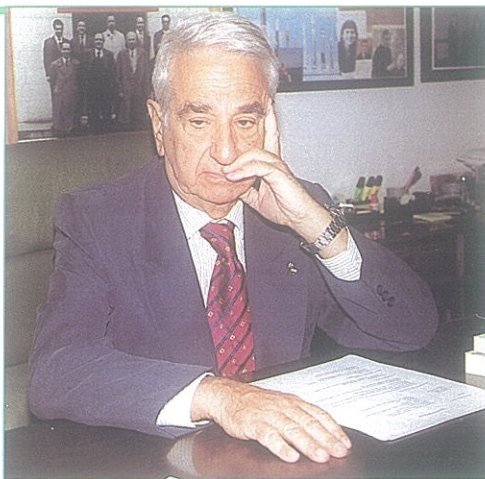
«Durante los años 60, la mayoría de las naciones que no disponían de armamento nuclear sí tenían, sin embargo, centros de investigación nuclear, y realizaron estudios de este tipo. Era lógico que la JEN quisiese evaluar el esfuerzo científico, técnico y económico

necesario, no para desarrollar una futura arma nuclear, sino para lo que luego resultó ser lo más importante, poder evaluar con precisión si un determinado país estaba desarrollando armas nucleares, y así poder calcular el riesgo asociado. En diciembre de 1964 terminé el estudio, que con los años fue completándose considerablemente.

»Obtuve que la masa crítica de una esfera de plutonio enriquecido al 93% en isótopos impares podía variar desde una docena de kilogramos a unos dos centenares de gramos, dependiendo de su densidad y de que estuviera reflejada o no.»

Estas conclusiones tienen mucho que ver con un accidente ocurrido en 1966, y que se recuerda especialmente por la presencia de destacados políticos que quisieron demostrar la falta de consecuencias del mismo. Fue en la localidad almeriense de Palomares. Como recuerda el profesor Velarde, «un B-52 con cuatro bombas de fusión nuclear de 20 megatonnes cada una estaba repostando, y colisionó con el avión nodriza. Automáticamente, las bombas se expulsaron desactivadas en paracaídas. Dos fueron recuperadas en bastante buen estado. A las otras dos se les quemó el paracaídas, chocando contra el suelo y rompiéndose su envoltura. El plutonio, al contacto con el aire formó un aerosol que, al poco tiempo, se fue depositando en el suelo. Yo fui personalmente, por indicación del Director General de la Junta, y pude recoger unos tres gramos de plutonio depositado en diversos trozos de una esponja de plástico, así como los restos de dos detonadores.

»Al principio no entendía por qué una bomba de fusión nuclear contenía tanta cantidad de esponja de plástico. Luego comprendí que era la clave para que una bomba de fusión nuclear pudiese funcionar. El deuterio-tritio, en vez de colocarse alrededor de la bomba atómica, estaba en otro recipiente separado de la bomba atómica por una capa de esponja de plástico, precisamente poliestireno. Al explotar la bomba, produce principalmente una intensa onda de choque y rayos X. La esponja de poliestireno amortigua esta onda de choque, dejando pasar los rayos X que son los que interactúan con el deuterio-tritio produciendo por ablación una intensísima onda de presión que lo calienta a 100 millones de grados y originando la fusión nuclear. Es el famoso efecto Ullam-Teller, que tan celosamente han mantenido en secreto los Estados Unidos y que tuvieron que redescubrir R. Dautray en Francia y A. Sajarov e I. Tamm en la antigua URSS. Con los limitados medios de



cálculo de entonces, pero con la ayuda inestimable de Tomás Iglesias, jefe de la sección de cálculo numérico de la JEN, tardamos casi cuatro años en desarrollar un código de transporte de fotones que simulaba el efecto Ullam-Teller.

»Hace unos pocos años pregunté al Prof. Edward Teller por el efecto que lleva su nombre. Me dijo que encargaron a una joven alemana que acababa de graduarse en física nuclear que resolviese numéricamente el problema. Esta joven, María Goepper Mayer recibiría años después el Premio Nobel de Física por sus contribuciones a la estructura nuclear.»

En 1997, Guillermo Velarde recibió el premio que lleva el nombre de este ilustre científico, el Edward Teller International Award a la investigación sobre fusión por Confinamiento Inercial.

Uno de los temas que aborda el profesor Velarde en este recorrido por las decisiones científicas y militares de los años sesenta y setenta es la duda, bien conocida, del interés de anterior Jefe de Estado, Francisco Franco, en desarrollar un arma nuclear.

»Desde un principio, Franco, Carrero Blanco y López Bravo se opusieron a que en España se pudiese desarrollar armamento nuclear. Su interés se limitaba a evaluar las probabilidades de que una nación potencialmente peligrosa para España pudiera hacerlo. Otro grupo, encabezado por los Generales Manuel Díez Alegría, Manuel Gutiérrez Mellado y Luis Bengoechea, pensaban lo contrario. Dentro del respeto a Franco como su superior jerárquico, creían que debido a su decadencia física, el momento de la transición se aproximaba y debíamos estar preparados para negociar la entrada en la Comisión Europea en condiciones favorables para España. La Comisión Europea era en realidad una comisión económica y, como tal, podríamos conseguir tanto más cuanto más ofreciésemos a cambio, y lo que

ofreceríamos sería renunciar al desarrollo del arma nuclear. Por eso creían, y yo lo consideraba acertado, que había que desarrollar el proyecto de una bomba atómica, tanto en la optimización de los sistemas como de sus componentes, aunque sin llegar nunca a la fabricación. Sin embargo, ante la oposición de Franco, aquella idea nunca siguió adelante.»

La fusión nuclear

Guillermo Velarde inició su trabajo en la fusión nuclear a principios de la década de los años setenta. «Fue entonces cuando el Almirante Otero me encargó la organización y dirección de un importante equipo de investigación para desarrollar lo que, unos pocos años antes, el científico norteamericano Nuckolls y el Premio Nobel soviético por el descubrimiento del láser, el Académico Basov, habían propuesto: el empleo de láseres de gran potencia para producir la fusión nuclear. La idea era altamente atractiva.

»La fusión nuclear es la energía que existe en el Universo y, en particular, en nuestro Sol y que nosotros intentamos reproducir en la Tierra como la energía masiva de los próximos siglos, en sustitución de las actuales basadas en el uranio y en los combustibles fósiles: carbón, petróleo, gas natural. Además, es una energía prácticamente no contaminante y cuyo combustible, el deuterio, se encuentra en el agua en cantidades suficientes para abastecer a la humanidad durante miles de millones de años hasta que la vida sobre la Tierra desaparezca. Por otro lado, la idea original era muy simple. Cuando un láser de gran potencia incide uniformemente sobre la superficie de una microbola, del tamaño de la cabeza de un alfiler, compuesta por deuterio y tritio, se produce una intensísima onda de presión, de millones de atmósferas, que comprime la microbola, calentándola a unos cien millones de grados y produciéndose la fusión. Las partículas que nacen en la fusión al chocar contra la pared de una vasija previamente refrigerada, calientan el refrigerante y de allí, a través de un sistema convencional, se genera energía eléctrica. En esencia es una microbomba de hidrógeno que, en vez de producir varios megatonnes, sólo produce unas cienmilésimas del kilotón. Unas 5 microexplosiones por segundo dan lugar a un reactor de 1000 megavatios eléctricos. Todo consistía en reproducir en la tierra las temperaturas y presiones producidas en las fases finales de la vida de una estrella, en la explosión de una supernova.

»Si este tipo de láser era capaz de

producir ondas de choque de millones de atmósferas, este mismo láser, con algunas modificaciones, dirigido contra una aeronave, un misil o un satélite destruiría los sistemas electrónicos de a bordo y por tanto las direcciones de tiro y de navegación, con lo cual un avión quedaría inservible como arma y un misil explosionaría a destiempo o quizás no explosionaría nunca. Estas dos aplicaciones de los láseres de gran potencia son un ejemplo claro de las tecnologías de doble uso: civil y militar.

»Para organizar este grupo de fusión nuclear inercial, fui seleccionando a mis mejores alumnos. Inicialmente estaba formado por Carol Ahnert, G. Leira y José María Aragonés. Luego, en 1973 terminaba la carrera una promoción especial; durante los tres años que duraban las seis asignaturas nucleares, se habían destacado de modo especial José María Martínez-Val, Emilio Mínguez y José Manuel Perlado, a quienes propuse se integrasen en el grupo de fusión inercial. Actualmente, Aragonés, Martínez-Val, Perlado y Mínguez son ya catedráticos, y Ahnert espero lo sea pronto. Esto justifica que supe elegir a los mejores.

»Posteriormente, en 1980, a la vista del deterioro que empezaba a producirse en la JEN, análogamente a lo que sucedía en otros centros nucleares, pensé en pedir la excedencia e incorporarme con dedicación exclusiva a la cátedra de Física Nuclear que había sacado ocho años antes, creando un instituto universitario para que pudiesen integrarse en él mi equipo de la JEN. De este modo se creó, en 1982, el Instituto de Fusión Nuclear de la UPM.

»Como el trabajo que hacíamos era teórico, desarrollo de códigos de cálculo para la simulación numérica de los procesos de la fusión inercial, necesitábamos un potente computador que entonces no existía en España, y que costaba de 200 a 300 millones de pesetas. Recurrí directamente a los Ministros relacionados con la investigación científica, pero todo eran buenas palabras pero ningún resultado.

»Por ello recurrí al General Gutiérrez Mellado, entonces todavía Vicepresidente del Gobierno. Me propuso que me dirigiera directamente al Presidente de la Junta de Jefes de Estado Mayor que era un General del Ejército del Aire. Así pues, fui a ver al General Alfaro a quien no conocía todavía. Por las preguntas incisivas que me hizo y que iban directamente al núcleo del problema me di cuenta de que tenía delante de mí a un jefe extraordinario que sabía extraer de cada problema los puntos clave. Pocas semanas más tarde ordenó la compra del computador para

instalarle en nuestro Instituto. Para mí era un mundo distinto al que había tratado en los últimos años. En mi trato con estos dos insignes soldados, me di cuenta que nunca prometían nada, estudiaban detenidamente los problemas y, una vez que estaban convencidos de lo que tenían que hacer, lo hacían, sabiendo llevarlo a cabo con decisión y energía. Durante todos esos años llegué a sentir por los Generales Gutiérrez Mellado y Alfaro un profundo cariño y respeto. No solamente por su aguda inteligencia, sino por su firme decisión en apoyar lo que entonces parecía un problema secundario: la investigación científica avanzada. Por todo ello, en 1994 propuse al Rector de la UPM Rafael Portaencasa les concediese la Medalla de Honor de la Universidad. La Junta de Gobierno lo aprobó por unanimidad.»

Los inicios del Instituto

Recuerda el profesor Velarde que «los momentos iniciales del Instituto de Fusión Nuclear fueron muy duros. Teníamos que partir prácticamente de la nada, ya que más de un 90% de la información estaba clasificada como secreta por Estados Unidos. Desde el primer momento consideramos que para romper este cerco y poder integrarnos en la comunidad científica internacional teníamos que dar un golpe de efecto. Así pues, aprovechando que habíamos sido invitados a presentar nuestros trabajos en una conferencia que se celebraba en Graz (Austria), preparamos durante varios meses un trabajo en el cual, sin llegar a realizar grandes descubrimientos, habíamos podido redescubrir lo que los norteamericanos mantenían en el más celoso secreto.

»La publicación de ese trabajo produjo un enorme impacto. El pensar que un grupo de españoles habían podido llegar a este nivel de investigación nos abrió las puertas de la comunidad científica internacional. A los pocos meses, el trabajo circuló por los laboratorios de fusión nuclear, principalmente de los Estados Unidos, ante la incredulidad de la mayoría.»

En este punto, Guillermo Velarde recuerda una anécdota que explica muy bien lo que ocurría entonces. «Estaba en una conferencia internacional hablando con unos americanos sobre el trabajo que estábamos haciendo, cuando se me acercó uno de los directivos de uno de los centros de investigación más importantes de Alemania y me dijo: “el trabajo de ustedes es interesante”. Le di las gracias y seguí hablando con los americanos. Al cabo de un rato

se volvió a acercarme y me dijo: “nosotros también estamos trabajando en ese tema y podríamos colaborar”. “Bueno, me parece bien”, y seguí sin hacerle caso hablando con los americanos. Noté que estaba indeciso y por fin vino y me dijo: “tengo que hablar con usted urgentemente, porque me marcho dentro de pocas horas”. Me cogió del brazo y me dijo directamente “queremos empezar a trabajar en este campo, por lo que hemos pedido ayuda a los Estados Unidos y nos han dicho que recurramos primero a su grupo, y que después ya hablarían con nosotros”. Me propuso que fuésemos a dar un ciclo de conferencias y fijar una posible colaboración. Yo le indiqué que tenía que hacerme la petición por escrito. A los pocos días recibí una carta firmada por el Presidente y otro Director de este Centro solicitando que fuésemos a dar un ciclo de conferencias sobre nuestros últimos trabajos. Cuando pasaron los días y fue estableciéndose entre nosotros una cierta confianza, me dijo un día diciendo: “he pasado los peores días de mi vida. ¿Por qué?. No se ofenda, pero cuando yo planteé al Consejo de Directores que había que pedir ayuda a un grupo de investigadores españoles el Presidente me dijo: “a los españoles” Creo que sí, eso me han dicho los americanos”. “¿Pero Vd. está seguro de lo que dice?”. Le repetí que eso es lo que me han dicho los americanos. “Esta bien prepare la carta y yo la firmaré, pero si se equivoca espero encima de mi mesa su dimisión”.

»Durante estos años han estado en el Instituto de Fusión Nuclear ciento treinta científicos extranjeros, entre ellos, varios Premios Nobel de Física. Hemos sido invitados a dar conferencias en los laboratorios más importantes del mundo, desde Japón a Estados Unidos, pasando por China, la India y Rusia y hemos publicado centenares de trabajos de investigación principalmente en los Estados Unidos.

»En 1988, aprovechando que presidía una conferencia internacional sobre fusión nuclear inercial, ECLIM, que celebrábamos en Madrid, propuse a los directores de los principales centros de investigación la preparación de lo que posteriormente se conoció como el Madrid Manifesto, que fue firmado por cerca de 200 científicos de los países más desarrollados en fusión inercial. En este manifiesto pedíamos la desclasificación de todos los trabajos de investigación sobre fusión inercial y la cooperación internacional en un proyecto común, análogamente a lo que se estaba haciendo en el campo de la fusión nuclear magnética.

»En 1992, el Gobierno de los Estados Unidos decidió desclasificar el 90% de

los trabajos de fusión inercial, tomando esta decisión: no por la desaparición de la guerra fría, sino debido a que científicos de Alemania, Japón, España e Italia habían decidido publicar libremente trabajos de investigación que estaban clasificados como secreto por los Estados Unidos, con lo cual los científicos americanos se encontraban en situación de inferioridad.

»La Unión Europea ha creado un grupo sobre fusión inercial integrado por Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, España y últimamente Portugal, para continuar los trabajos de investigación proponiéndome como presidente de este grupo.»

La investigación en España

Como profundo conocedor de la historia de la investigación científica en España y sus avatares, le preguntamos al profesor Velarde su opinión sobre la situación actual y sus perspectivas futuras. La respuesta a cómo ve la investigación científica en España no puede ser más clara. «Mal, no se per-



Entrega de la Medalla de Honor de la UPM a los Generales Gutiérrez Mellado y Alfaro (1994).

cibe en nuestros políticos el interés científico que se respira en los Estados Unidos o en Francia. A finales de la década de los años 70, el General Gutiérrez Mellado me dijo que preparase un proyecto para potenciar la investigación científica básica y aplicada en la Universidad, ya que era la investigación científica más rentable. Los profesores ya cobraban por dar clase, con lo que con una pequeña ayuda podrían dedicar el resto del tiempo a desarrollar el tema de investigación que libremente eligiesen. Los acontecimientos de entonces impidieron llevarlo a cabo.

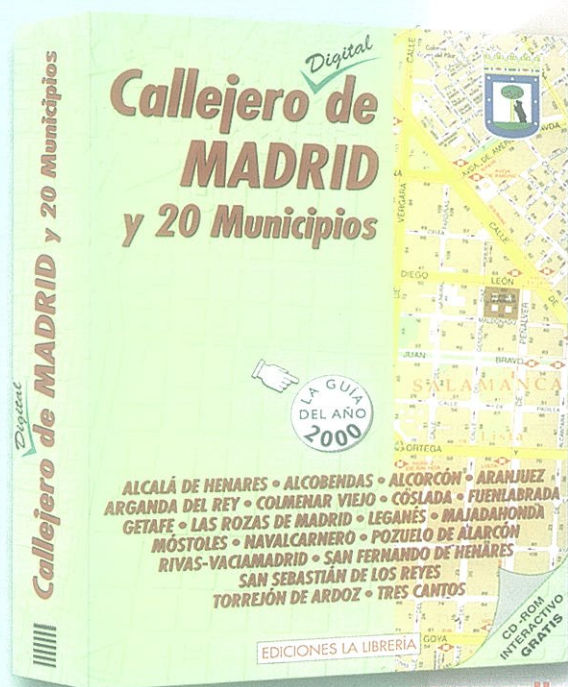
»En la primera etapa del gobierno socialista, nombraron Secretario de Estado de Universidades e Investigación a Juan Rojo que realizó una labor magnífica. Con una pequeña ayuda a los profesores, consiguió lo que nunca se había conseguido hasta entonces, en pocos años el número de trabajos de investigación creció espectacularmente. Desgraciadamente, al final de la etapa socialista nombraron Secretario de Estado de la Energía a un tal Lafuente, de triste recuerdo, que tuvo la feliz idea de suprimir los proyectos de investigación energéticos, haciéndonos retroceder a los peores momentos.

»En la primera etapa del Gobierno Popular, Fernando Aldana desarrolló un magnífico proyecto con objeto de que en pocos años, España pudiese equipararse, en tanto por ciento del PIB dedicado a la ciencia, a la media de los países europeos. En esta segunda etapa, en la cual no continúa Aldana no sabemos qué suerte correrá su proyecto, y aunque siempre hay que dar un margen de confianza a los nuevos políticos, mi larga experiencia en este campo me hace prever un futuro incierto.»



LA LIBRERÍA
Librería Editorial

SENDA MULTIMEDIA



**Nuevo callejero actualizado
de Madrid + CD Interactivo GRATIS**
Por sólo 3.250 pesetas



www.callejerodemadrid.com

EDICIONES LA LIBRERÍA • C/ Mayor, 80 - 28013 MADRID • Tel.: 91 541 71 70 - Fax: 91 559 42 49
SENDA MULTIMEDIA • C/ Isla de Saipán, 47 - 28035 MADRID • Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77