



*Entrevista con el general  
Guillermo Velarde Pinacho*

# El peligro real está en la bomba atómica, asequible a muchos países

MANUEL CORRAL BACIERO  
Fotos: CÉSAR JIMÉNEZ MARTIN

**R**ECIENTEMENTE, el general de brigada (I.A.) Velarde Pinacho, Catedrático de Física Nuclear y Director del Instituto de Fusión Nuclear en la Universidad Politécnica de Madrid, ha obtenido un nuevo reconocimiento de la comunidad científica internacional, al ser distinguido con el Premio Archie Harms.

Ingeniero Aeronáutico con una dedicación profesional centrada en la investigación sobre sistemas de armas avanzadas y su aplicación a la fusión nuclear por láseres y haces de partículas, y volcado en la Física Matemática, es un prestigioso miembro de nuestras Fuerzas Aéreas que recapitula en sus respuestas la historia de una actividad puntera, tanto en su aspecto defensivo como en sus posibilidades energéticas para el futuro de la humanidad.

—¿Cómo se inició su aproximación al mundo nuclear?

—En 1956, el ministro del Aire me agregó a la Junta de Energía Nuclear (JEN) para estudiar problemas de interés para la Defensa. Al año siguiente, la JEN me envió a diferentes centros de investigación de los Estados Unidos para estudiar e investigar en el campo de la Física Nuclear. Cuando regresé en 1963,

la JEN me encargó de diversos problemas nucleares de interés para la Defensa.

En 1966, el capitán general Muñoz Grandes, jefe del Alto Estado Mayor, me envió a Palomares para informarle sobre las consecuencias del accidente ocurrido el 17 de enero, cuando un bombardero B-52 cargado con 4 bombas termonucleares de 20 MT chocó contra el avión nodriza que le estaba abasteciendo sobre el mar de Almería. Dos de las bombas cayeron en paracaídas —una en el mar y otra en tierra— recuperándose intactas. Sin embargo, al incendiarse el paracaídas de las otras dos, éstas chocaron violentamente contra el suelo rompiéndose su envoltura y dejando al descubierto el plutonio que contenían. Como el plutonio es pirofórico, es decir que arde en contacto con el aire, se formó un intenso aerosol sobre Palomares. Afortunadamente, al poco tiempo las partículas de este aerosol formaron macropartículas que cayeron al suelo por gravedad, eliminándose de este modo la contaminación atmosférica.

—¿Cuál es el origen del Instituto de Fusión Nuclear, que dirige desde su fundación en 1982?

—Durante la transición política, el ministro de Defensa y posteriormen-

te vicepresidente del Gobierno general Gutiérrez Mellado, me indicó que tenía un gran interés en crear un centro de investigación de la Defensa, análogamente a lo que sucede en Francia y en los Estados Unidos, para que pudiera asesorar al gobierno en temas relativos a la proliferación de armamento nuclear y al desarrollo de las nuevas armas avanzadas basadas en láseres y haces de partículas que constituirán una parte importante de la artillería antiaérea del próximo siglo.

Recuerdo que me dijo una vez: "En este campo tan complejo, los informes al gobierno deben tener una sólida base científica, fruto de un riguroso proceso de investigación. Basta ya de tanta improvisación hecha por aficionados".

El general Gutiérrez Mellado me indicó que me pusiese en contacto con el general Ignacio Alfaro, presidente de la JUJEM, para llevar a cabo la creación de este centro. El general Alfaro comprendió enseguida la importancia de este centro de investigación. Inicialmente se pensó ubicar el Instituto de Fusión Nuclear en las instalaciones del Estado Mayor de la Defensa; sin embargo para facilitar la transferencia de ciencia y tecnología, principalmente con los Estados Unidos, vimos que no era conveniente que el Instituto estuviese en una instalación militar. En los Estados Unidos estas investigaciones se realizan en los Laboratorios Nacionales de Los Alamos y de Livermore pertenecientes a la Universidad de California, por lo que teniendo en cuenta que ya había obtenido la cátedra de Física Nuclear en la UPM, lo más lógico era que el Instituto se adscribiese a esta Universidad, aunque su vinculación fuese directamente con el JEMAD. El

**«Los tres hombres que más han luchado por la investigación científica en España en este siglo son militares: el almirante Otero y los generales Gutiérrez Mellado e Ignacio Alfaro»**



entusiasmo y el apoyo de los sucesivos JEMAD han hecho posible que el Instituto haya sido evaluado en este campo como uno de los centros internacionales más prestigiosos.

El personal del Instituto se formó al principio por un grupo de científicos de la JEN y por alumnos espe-

**«Para evitar la proliferación nuclear solo hay un camino: que haya un desarme nuclear en todos los países»**

cialmente seleccionados que habían terminado la carrera con las máximas calificaciones académicas.

Para poder comenzar estas investigaciones, el general Alfaro ordenó instalar en el Instituto un centro de cálculo que era, por entonces, el más potente que había en España. Desde el principio trabajamos en los aspectos científicos y técnicos de los efectos producidos por las armas avanzadas basadas en láseres y haces de partículas. Su complejidad y falta de información, debido a ser un tema altamente clasificado en los Estados Unidos, supusieron para nosotros un esfuerzo considerable. También continuamos con la evaluación de la proliferación de armamento nuclear en países como la India, Israel, África del Sur, Hispanoamérica, y algunos países islámicos.

El entonces ministro de Defensa, Narcis Sierra, me encargó personalmente una evaluación de la Iniciativa de Defensa Estratégica, que acababa de proponer el Presidente Reagan como un sistema de defensa frente a los misiles. Después de completar esta evaluación, se creó una comisión interministerial en la que participé para analizar una posible colaboración de España en determinados aspectos científicos y técnicos. El desarrollo de la Iniciativa de Defensa Estratégica en los Estados Unidos fue una de las causas del desmoronamiento de la URSS, ya que este país, a pesar de sus gravísimas dificultades económicas, aceptó este gran reto científico que le condujo al caos económico. El despliegue de todo el sistema fue evaluado en la astronómica cifra de unos 900.000 millones de dólares.

—Vd. ha dicho repetidas veces que ha habido destacados militares cuyo papel ha sido esencial en la in-



Entrega Medalla de Oro de la Universidad Politécnica de Madrid a los generales Manuel Gutiérrez Mellado e Ignacio Alfaro, acompañados por los generales Velarde y Rodrigo; J.M. Álvarez del Manzano, alcalde de Madrid; Rafael Portaencasa, rector de la UPM, y Adolfo Suárez, ex-presidente del Gobierno.

### investigación científica en España ¿Podría hablarnos de ello?

—Durante la segunda mitad de este siglo ha habido tres eminentes soldados que han contribuido eficazmente al desarrollo de la ciencia en España, siguiendo una tradición tricentenaria que espero pueda continuar. Por un lado, el almirante Otero, desgraciadamente ya no entre nosotros, quien en unión del profesor Armando Durán descubrieron la miopía nocturna, un importante descubrimiento de óptica fisiológica de gran aplicación entre los pilotos de caza nocturna de la última guerra mundial. Su gran prestigio internacional le permitió crear y dirigir durante cerca de tres décadas la antigua JEN. Por otro lado, el capitán general Gutiérrez Mellado y el teniente general Ignacio Alfaro contribuyeron a organizar, apoyar y potenciar los trabajos de investigación científica avanzada de interés para la Defensa.

#### Perfil científico del general VELARDE PINACHO

Ingeniero Aeronáutico desde 1952 y doctor en 1959, ha cursado estudios en la Universidad de Pensilvania (1957), siendo profesor de Física Nuclear en la UPM desde 1968 y Catedrático de la materia desde 1973. Entre este año y 1985 fue director del Departamento de Energía Nuclear. Desde 1981 es Director del Instituto de Fusión Nuclear.

Ha sido investigador y director de Tecnología Avanzada en la Junta de Energía Nuclear.

Comisión Española de Energía Atómica, entre 1956-1958 y miembro de la Comisión Nacional de Investigación espacial (1978-81). En Estados Unidos ha trabajado en el Laboratorio Nacional Argonne, II, (1958) y en Atomic International, Ca, (1978-81).

Tiene publicados más de 230 trabajos científicos y es autor y coautor de varios libros sobre Física Nuclear y materias afines.

Como reconocimiento a su gran labor, en 1995 propuse a la UPM la concesión a los generales Gutiérrez Mellado y Alfaro la Medalla de Honor de la Universidad. Esta propuesta fue aprobada por unanimidad, algo inusual en el ámbito universitario.

—¿Qué aportación ha supuesto para España las investigaciones realizadas por el Instituto de Fusión Nuclear?

—Por un lado, las investigaciones realizadas en el Instituto sobre interacción de los láseres y haces de partículas con la materia han servido para desarrollar esta nueva fuente de energía.

Como estos experimentos tienen un coste superior a los mil millones de dólares, nos dedicamos exclusivamente al desarrollo de códigos de cálculo para la simulación de los procesos que producen estas armas y en la fusión nuclear por láser, para lo cual se requiere solamente un po-

tente centro de cálculo. Estos códigos de cálculo se ajustan a los experimentos que realizamos en los grandes láseres que poseen principalmente Francia y los Estados Unidos.

Por otro lado, hemos podido analizar las instalaciones nucleares, la producción de uranio y plutonio militar, etc de numerosos países que, a corto o a largo plazo, intentan desarrollar armamento nuclear. En noviembre de 1986, el profesor P.K. Iyengar, director del Instituto Bhabha de la India, uno de los centros de investigación nuclear más grandes del mundo, en donde se han proyectado y desarrollado las armas nucleares que posee este país, me invitó a dar unas conferencias en este centro, poniéndome en contacto con los principales científicos de allí. Dos meses antes de la Guerra del Golfo, me invitaron a dar en Iraq otro ciclo de conferencias sobre el empleo de láseres en la fusión nuclear. Esta invitación no se pudo llevar a cabo debido al comienzo de la guerra.

Las evaluaciones que hemos realizado han sido bastante precisas, excepto en el caso de Iraq, donde erróneamente subestimamos su capacidad de producción de armamento nuclear.

—¿Se puede acabar con la amenaza nuclear?

## «El peligro real está en la bomba atómica, cuyos gastos de desarrollo sí son asequibles actualmente para cualquier país»

—Para evitar la proliferación nuclear sólo hay un camino: que todos los países renuncien a las armas nucleares, en cuyo caso la ONU tendría la fuerza moral necesaria para imponer sanciones económicas y, en último caso, actuaciones militares a las naciones que intenten desarrollar armas nucleares. Como erróneamente creen algunos, no basta la firma del Tratado de No Proliferación. Ahí está el caso de Iraq que habiendo firmado dicho Tratado, estaba desarrollando armas nucleares.

En todos estos países siempre sostienen la misma teoría: Oficialmente se reconocen cinco países con armamento nuclear: Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Rusia y China. ¿Por qué cinco? Se dicen a sí mismos, ¿Por qué no podemos ser el sexto?, etc. Además, siempre repiten que su desarrollo es únicamente para defenderse de sus enemigos periféricos, y en algunos casos como la

India dicen que su primera explosión nuclear, realizada en 1974, fue para "fines pacíficos", con objeto de aplicarla a las obras públicas.

Además, hay que tener en cuenta la codicia de algunas empresas europeas. Cuando llegaron a Iraq los primeros inspectores de la ONU, encontraron muchas instalaciones nucleares que habían sido suministradas por empresas europeas, a través de terceros países, y a un coste muy superior al habitual.

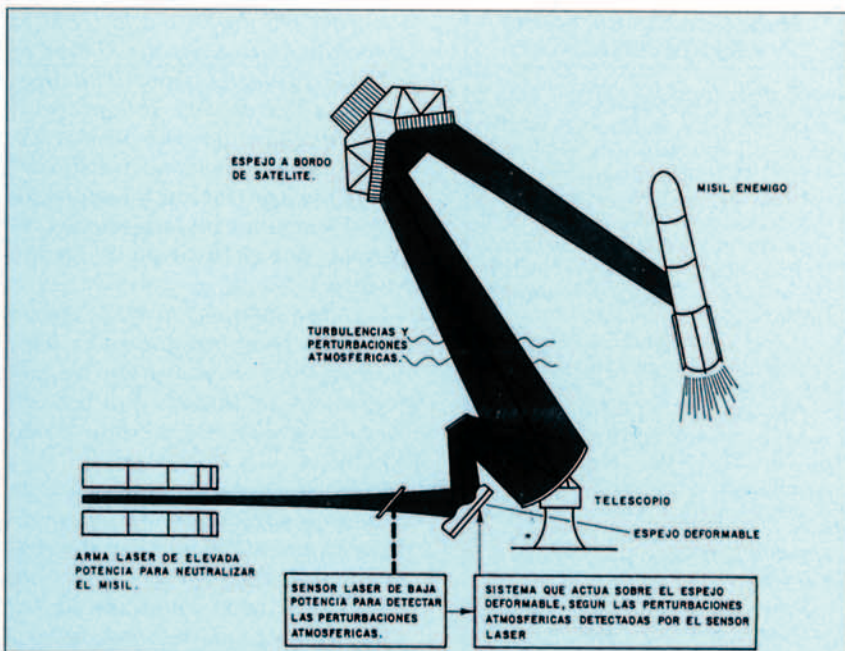
España se ha mantenido alejada de todos estos asuntos, a pesar de que al principio de la década de los años 80 disponía de una industria nuclear de las más modernas del mundo, pero que debido a la moratoria nuclear se ha ido desmantelando paulatinamente.

Las antiguas repúblicas de la URSS están enviando su armamento nuclear a Rusia. Según la información que he recibido directamente y de las visitas que he realizado a laboratorios de Rusia, he sacado la conclusión de que todo lo relativo al armamento nuclear se mantiene bajo estricto control. Sin embargo, la seguridad de las instalaciones que producen combustible nuclear para las centrales energéticas, deja bastante que desear. Este combustible nuclear puede ser peligroso para la salud, pero carece de interés para la fabricación de armamento nuclear.

La Unión Sudafricana había construido 7 bombas atómicas, pero el presidente Frederik De Klerk, temeroso de que el próximo presidente Nelson Mandela pudiese transferir a Libia información sobre armamento nuclear en compensación por la ayuda económica recibida, decidió enviar a los EEUU las 7 bombas atómicas para su desmantelamiento, antes de que Mandela alcanzase la presidencia.

En Hispanoamérica todos los países, incluidos Argentina y Chile que eran los más avanzados, han renunciado al desarrollo de bombas atómicas. Solamente disponen de armamento nuclear Israel, la India y Pakistán, y quizás en un futuro próximo otros países islámicos.

—¿Por qué tiene tanta importancia la fusión nuclear?



Esquema de actuación de un sistema láser con corrector de perturbaciones para neutralizar armamento aéreo.

—Por una razón muy sencilla. Las actuales fuentes de energía son muy contaminantes, principalmente las centrales de carbón que son las más contaminantes; las centrales nucleares, basadas en la fisión nuclear del uranio tienen el problema del almacenamiento de los residuos radiactivos que producen. Las energías solar y eólica son de aplicación limitada debido a sus elevados costes (unas 70 pesetas el kilovatio/hora), ya que carecen de la capacidad necesaria para abastecer a los centros industriales y a los grandes grupos de población.

El futuro está en la fusión nuclear del hidrógeno (en particular de sus isótopos deuterio y tritio), la cual produce una energía prácticamente limpia y a un coste ligeramente superior al de las actuales centrales nucleares. Es la energía que se produce en las estrellas y, en particular, en nuestro Sol y que nosotros queremos reproducir en la Tierra. El deuterio se encuentra en el agua, en cantidades suficientes para abastecer a toda la humanidad durante miles de millones de años, hasta que la vida desaparezca sobre la Tierra cuando dentro de unos 4.500 millones de años el Sol se transforme en una estrella gigante roja que llegue hasta los asteroides englobando a nuestra Tierra. Además, todos los países disponen de agua, por lo que se evitaría el chantaje energético a que estamos sometidos con el gas natural y el petróleo.

Sin embargo, todas estas ventajas quedan atenuadas por las enormes dificultades científicas y técnicas que conlleva el desarrollo de la fusión nuclear.

—¿En qué consiste la fusión nuclear por láser?

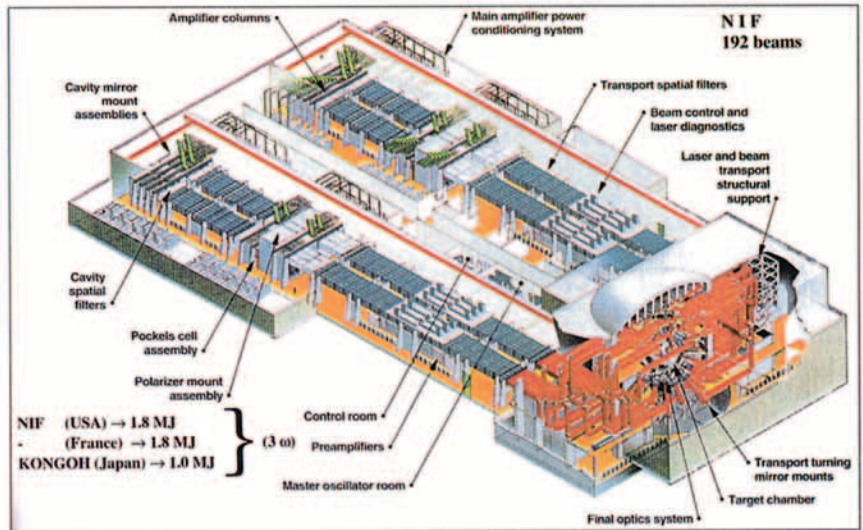
—En la década de los años 60, el norteamericano Nuckolls y el soviético Basov, Premio Nobel de Física por el descubrimiento del láser, propusieron el empleo de los láseres para la fusión nuclear. Al principio, la idea era muy sencilla. Cuando un láser con una energía de millones de veces la de los actualmente empleados en la industria, iluminan una microbola del tamaño de la cabeza de un alfiler conteniendo deuterio y tritio, se origina una onda de cho-

que, de miles de millones de atmósferas, que comprime la microbola, calentándola a unos cien millones de grados, en cuyo momento se produce la fusión nuclear, transformándose el deuterio y tritio en helio y neutrones, dando lugar a la producción de unos cien millones de kilovatiohora de energía por cada kilogramo fusionado (nótese que la combustión de un kilogramo de gasolina produce algo más de un kilovatiohora). Con sólo fusionar 10 microbolas por segundo se puede obtener una central de energía eléctrica de 1000 megavatios de potencia.

Ha de tenerse en cuenta que en la fusión nuclear por láser se obtienen

al objetivo produciéndole múltiples perforaciones, destruyendo los circuitos electrónicos de las direcciones de navegación y de tiro, con lo que la aeronave perdería su capacidad como arma.

Ha de tenerse en cuenta que el poder de destrucción de un láser es inversamente proporcional al cuadrado de su longitud de onda. Un láser de infrarrojos puede atravesar la atmósfera y su poder de destrucción es muy pequeño. Un láser de luz visible atraviesa también la atmósfera, pero su poder de destrucción es miles de veces superior al de infrarrojos. Teóricamente, el láser óptico es el de rayos X que tiene un po-



Modelo de la Instalación Nacional de Ignición (NIF) estadounidense para demostración de fusión nuclear por láser.

**«La historia nos demuestra que todo desarrollo científico y tecnológico que tiene aplicaciones duales se lleva a cabo antes»**

temperaturas y presiones inalcanzables en nuestro sistema solar, solamente producidas durante la vida final de una supernova.

Inmediatamente se pensó que si un láser de esta energía era capaz de producir tan elevadas presiones, al dirigirlo contra una aeronave, un misil o un satélite, y a pesar de la atenuación que pudiese sufrir, llegaría

der de destrucción miles de millones de veces el de infrarrojos, pero tiene el gran inconveniente de que se atenúa al penetrar unos pocos metros en la atmósfera, por lo que habría que situarlo a bordo de un satélite, con los enormes problemas técnicos que conlleva. En la actualidad, toda la atención se centra en el desarrollo de láseres de luz visible, tanto como arma antiaeronave como en la fusión nuclear.

—Estas investigaciones avanzadas están actualmente desclasificadas, ¿no supone esto un riesgo?

—Estas investigaciones son extraordinariamente complejas y supone disponer de un desarrollo científico y técnico equiparable al de los EEUU,

la UE, Rusia o Japón. El peligro real está en el desarrollo de la bomba atómica, asequible actualmente a muchos países.

En la década de los años 80, la mayor parte de la información relativa al empleo de estos láseres para la fusión nuclear estaba clasificada como secreta en los EEUU por su aplicación a las armas del futuro. En 1988 y aprovechando una conferencia internacional que había organizado en Madrid, reuní a los principales científicos de los centros nucleares más importantes del mundo y decidimos firmar un acuerdo, conocido como el Madrid Manifesto, por el que nos comprometíamos a continuar publicando libremente todos los resultados obtenidos en la fusión nuclear por láseres, lo que equivalía a publicar toda la información sobre los efectos de los láseres como armas del futuro. El periódico New York Times publicó el 28 de septiembre de 1992 un artículo en el que decía que el gobierno de los EEUU había decidido desclasificar prácticamente toda la información sobre la aplicación de los láseres para la obtención de energía, debido: no a la desaparición de la guerra fría, ni al colapso de la URSS, sino a que los científicos de Alemania, Italia, Japón y España habían desclasificado esta información, con lo cual los científicos norteamericanos se encontraban en inferioridad de condiciones al no poder publicar sus trabajos de investigación.

**—¿No cabe esperar una energía futura sin aplicaciones militares?**

—Actualmente se están desarrollando dos procedimientos para intentar conseguir la fusión nuclear, uno empleando campos magnéticos y otro con láseres y haces de partículas, del que hablé anteriormente.

El primer procedimiento tiene como única aplicación la producción de energía, pero los problemas tecnológicos son enormes; un experimento de esta clase, el problemático ITER, costaría cerca de diez mil millones de dólares. El segundo procedimiento: la fusión nuclear por láser emplea una tecnología de doble uso civil y militar, mucho más asequible, y cuyos experimentos, con los mis-

mos objetivos que el ITER, no costarían más de mil millones de dólares.

La historia nos enseña que todo desarrollo científico con tecnologías de doble uso civil y militar termina imponiéndose. Un ejemplo claro es lo que sucedió con los reactores nucleares. Durante varios años trabajé con científicos europeos para desarrollar un reactor nuclear que fuese óptimo para la producción de energía, pero debido a su tamaño excesivo no era apropiado como planta motriz para los submarinos. Los EEUU por un lado, y la URSS por otro, desarrollaron un reactor nuclear compacto, llamado de agua ligera, adecuado para los submarinos, pero nuclearmente inferior al otro. Poco tiempo después, tanto los EEUU como la URSS compensaron los enormes gastos de I+D que habían invertido en este tipo de reactor nuclear, comercializándolo para la producción de energía. Actualmente la mayoría de los reactores nucleares que hay instalados en el mundo son de este tipo de agua ligera.

**«En la fusión nuclear por láser se obtienen temperaturas y presiones inalcanzables en nuestro sistema solar»**

**—¿Cuándo dispondrá la humanidad de esta fuente de energía "limpia" e inagotable?**

—Actualmente se están desarrollando dos reactores de fusión nuclear por láser, uno en Francia y otro en EEUU (el NIF, National Ignition Facility) que entrarán en servicio en el año 2003, y cuyo objetivo es producir la fusión nuclear por láser. El coste de estos experimentos es algo superior a los mil millones de dólares. Desgraciadamente, la UE, Rusia y Japón se están quedando atrás. Si se alcanza el éxito previsto, quince años después se construiría el primer reactor demostrador de potencia, y otros quince años más tarde podría entrar en funcionamiento el primer reactor de fusión nuclear empleando láseres o haces de partículas, para la producción de energía

eléctrica. Es decir, que si todo sale bien, no dispondremos de esta nueva fuente de energía hasta dentro de, al menos, 30 años.

**—¿Qué otras líneas de investigación mantiene el Instituto?**

—Otro tema que estamos investigando someramente es el empleo de láseres de baja potencia para cegar a las tripulaciones de las aeronaves. El 30 de Septiembre de 1987, cuando un avión P-3 de reconocimiento de la marina norteamericana estaba localizando el punto de impacto en el Pacífico de una de las cabezas de un ICBM soviético, el buque AGE-CHUKOTKA de la URSS, cuya misión era localizar las coordenadas del blanco, dirigió su láser contra la tripulación del P-3, cegando durante unos diez minutos a sus tripulantes. Las lesiones recibidas en la fôbea de la retina curaron en pocas semanas. El efecto disuasorio de estos láseres es enorme. En la Guerra del Golfo algunos pilotos iraquíes se negaron a actuar por miedo a quedarse ciegos.

En la actualidad, Suecia está dirigiendo un movimiento internacional para que se prohíban este tipo de armas, de igual modo a como se ha hecho con las minas antipersonal o las armas químicas y bacteriológicas. Sin embargo, los EEUU se niegan a aceptar esta prohibición.

**—Su labor ha sido reconocida recientemente con varias distinciones internacionales, ¿qué significado tienen estos premios?**

—Hace unos 10 años se creó el premio Edward Teller, en honor a uno de los físicos nucleares más importantes de este siglo, para premiar a los científicos más destacados en la aplicación de los láseres y haces de partículas para la producción de energía. Hasta ahora se había concedido a científicos, 4 norteamericanos, 2 alemanes, 2 japoneses, 2 rusos (uno de ellos Basov, Premio Nobel por el descubrimiento del láser), 1 inglés, 1 francés, y el año pasado a mí.

Este año he recibido el premio Archie Harms creado hace un año para premiar a los científicos que investigan el desarrollo de nuevas fuentes de energía. Hasta ahora se ha concedido a un alemán y a mí ■