

# una puerta hacia mundos nuevos

En una disertación científica ante los delegados en la decimocuarta reunión de la Conferencia General, el Sr. Tasaburo Yamada, miembro de la Comisión de Energía Atómica del Japón, expuso el papel cada vez más importante de la energía atómica como medio para satisfacer las necesidades de su país. A continuación figura una versión resumida de la disertación.

El Sr. Yamada comenzó afirmando algo de por sí evidente: dijo que «el desarrollo y la utilización de la energía atómica abrirán al hombre mundos nuevos». Las técnicas de aplicación de las radiaciones se utilizan cada vez más para muy varios fines, y tanto en los países avanzados como en los menos adelantados continúa aumentando la producción eléctrica a partir de la energía nuclear.

«Además», prosiguió, «la energía nuclear no sólo sirve ya para la propulsión de buques mercantes, los trabajos de radioquímica y la irradiación de alimentos, sino que muy pronto se empleará en la desalación de agua del mar, la fabricación de hierro y acero y la industria química.» En todos estos campos es necesario establecer objetivos a largo plazo, basados en previsiones del desarrollo económico y social, así como preparar planes, también orientados al futuro lejano, de enseñanza y capacitación del personal científico y de promoción tecnológica indispensable para alcanzar los objetivos; además será preciso modificar éstos según se vayan ejecutando los planes, para adaptarlos a las variaciones que se produzcan en el país y en el extranjero.

El Sr. Yamada, miembro de la Comisión de Energía Atómica del Japón, en un momento de su disertación científica durante la decimocuarta reunión ordinaria de la Conferencia General.



Foto: OIEA/Preuschl

El Japón comenzó a trabajar en serio en el campo nuclear a mediados de los años cincuenta, cuando se promulgó la Ley de Bases de la Energía Atómica, para fomentar su desarrollo y empleo con fines exclusivamente pacíficos. Se creó una Comisión de Energía Atómica encargada de ejecutar la política nacional en esta materia. El primer programa a largo plazo quedó establecido en 1961, y en 1967 se revisó para darle la estructura que hoy posee.

El tema del Sr. Yamada fueron los «programas integrados de energía nucleoelectrica» pero, según observó, las condiciones políticas, económicas, tecnológicas y geográficas son diferentes de un país a otro. Como es natural, cada país da en sus trabajos de energía atómica prioridad a aspectos distintos. «Pero también es cierto que encontramos muchos problemas comunes en el aprovechamiento de tal energía» dijo el orador. «Por esta razón, espero que mi conferencia tenga alguna utilidad...»

El programa revisado que hoy rige en el Japón señala los objetivos en cuanto al empleo de la energía nucleoelectrica y a su desarrollo en los años venideros, fijando los correspondientes planes a largo plazo. El presupuesto del Japón se establece teniendo en cuenta este programa. «Pero también sirve de orientación a la industria privada, a los círculos universitarios y a toda la nación», dijo el Sr. Yamada. «Por su propia iniciativa, la industria privada trabaja activamente en la promoción de la energía atómica, conforme al programa a largo plazo, y el Gobierno procura ayudarla en sus esfuerzos.»

### Revisión de los planes

El Sr. Yamada hizo observar que, en el último decenio, el Japón ha alcanzado un crecimiento económico promedio del 12% anual aproximadamente. Esta actividad económica sólo puede mantenerse con el apoyo de una fuente barata y segura de energía. El consumo de energía aumenta en el Japón a un ritmo similar; por ejemplo, el incremento medio anual entre 1955 y 1967 fué aproximadamente del 11,6%.

«Las previsiones relativas a la demanda bruta de energía en nuestro país», dijo el orador, «formuladas en 1967, cuando se estableció el actual programa a largo plazo de desarrollo y utilización de la energía atómica, indicaban que alcanzaría 3 400 trillones de kilocalorías en 1975 y 5 980 trillones de kcal en 1975.» «No obstante, según las últimas estima-

ciones, se cree que alcanzará 4 640 trillones de kcal en 1975, es decir, 36% más de lo previsto, y de 9 980 a 10 940 trillones de kcal en 1985, o sea, 67 a 83% más de lo previsto.»

«Este crecimiento de la demanda bruta estimada brinda a la energía atómica inmensas posibilidades. Según el programa a largo plazo en vigor, la capacidad de energía nucleoelectrica instalada en 1975 será de 6 000 MW, y de 30 000 a 40 000 MW en 1985, pero ya hoy se espera que dicha capacidad aumente con mucha más rapidez, alcanzando 8 660 MW en 1975 y 60 000 MW en 1985. Estas nuevas previsiones hacen suponer que la energía atómica representará en 1975 el 2% del consumo bruto de energía, alcanzando aproximadamente el 10% en 1985, aunque en 1968 representó únicamente el 0,1%.

«Además, por lo que se refiere al porcentaje de nuestra producción total de energía nucleoelectrica, en 1975 alcanzará el 8,3% y en 1985 del 33 al 36%, mientras que en 1969 sólo fué el 0,3%.»

Igual que sucede con el petróleo, el Japón se ve obligado a importar la mayor parte del combustible nuclear que necesita. «Pero esto tiene sus ventajas, desde el punto de vista de las existencias dentro y fuera de los reactores, así como de la facilidad de transporte y almacenamiento en comparación con el petróleo», aseguró el orador. «Y es de esperar que, al lograrse tipos más avanzados de reactores de potencia, se aprovechará más eficazmente el combustible, sobre todo en los reactores reproductores rápidos, que convierten el uranio-238, isótopo muy abundante, en plutonio, otra materia prima para la fabricación de combustible nuclear. Se considera que la energía atómica constituye un recurso energético seminacional. Además, su evolución se acelerará cada vez más a medida que la electricidad de origen nuclear se haga más económica que la de origen clásico, gracias a las actividades de investigación y desarrollo.

El Sr. Yamada habló de la creciente preocupación en todo el mundo por la contaminación del aire, una de cuyas causas pueden ser las centrales eléctricas clásicas. «Estoy seguro», afirmó «de que la implantación de las centrales nucleoelectricas será una medida sumamente eficaz para evitar la contaminación de la atmósfera.»

Recordó que, hasta ahora, el desarrollo de la energía atómica se ha enfocado desde el punto de vista de la producción eléctrica. Pero al progresar las aplicaciones prácticas y conocerse mejor las ventajas económicas que ofrece la energía atómica, también se ha estudiado su empleo en las industrias que consumen mucha energía, con miras a mejorar la rentabilidad; en consecuencia cada vez son mayores las posibilidades de aplicación en los procesos industriales.

«Las previsiones de la demanda de energía se han formulado sin tener en cuenta el efecto de las innovaciones técnicas futuras», hizo observar el Sr. Yamada. «Por ello aumentará rápidamente la proporción que corresponde a la energía de origen atómico dentro del total producido.»

«El uso en gran escala de la energía atómica para producir electricidad, igual que sus aplicaciones en otras esferas, ha alcanzado una nueva fase. A resultas de ello, es cada vez más necesario para el desarrollo y la utilización de dicha energía establecer el ciclo del combustible a fin de aumentar la producción nucleoelectrica, y acelerar la investigación y promoción de sus aplicaciones prácticas en otras esferas. Por mi parte, estimo que conviene revisar el programa nuclear a largo plazo partiendo de puntos de vista nuevos, teniendo en cuenta que la demanda de energía será superior a la prevista hasta ahora, así como los actuales progresos en la producción nucleoelectrica y la demanda de energía atómica para fines nuevos.»

## El presente y el futuro

Existen ya en el Japón la central nuclear de Tokai, del tipo Magnox, con una capacidad de 166 MW, que comenzó a funcionar en 1967, y la central de Tsuruga, del tipo BWR y una potencia de 331 MW, que comenzó a funcionar, tal como estaba previsto, en Marzo de este año. El Sr. Yamada dijo que se espera que la central de Fukushima, también del tipo BWR y una capacidad de 460 MW, y la de Mihama, del tipo PWR y una potencia de 340 MW, comenzarán a funcionar conforme a lo previsto a fines del año actual. Se están construyendo cinco centrales nucleares del tipo LWR, con una potencia total de 3 350 MW.

El orador dijo que el aumento de la producción nucleoelectrónica previsto —hasta 60 000 MW en 1985— «exigirá una enorme cantidad de uranio natural y de trabajo de separación para enriquecerlo». «Debido a ello, se considera particularmente deseable poner en servicio reactores de tipo avanzado, tanto convertidores térmicos como reproductores rápidos, y en consecuencia se ha emprendido un proyecto de alcance nacional para su desarrollo.» Los actuales planes prevén que los reproductores rápidos comenzarán a funcionar en la segunda mitad de los años ochenta. Se ha iniciado el estudio de un reactor térmico, de uranio natural, moderado por agua pesada y refrigerado por agua hirviendo con reciclado del plutonio producido, que se considera posible realizar rápidamente y se espera que aproveche mucho más económicamente el combustible nuclear, reduciendo así las necesidades nacionales de uranio enriquecido. Se piensa ponerlo en marcha en la segunda mitad del presente decenio.

Se espera que la integración de estos dos tipos de reactor en la red de generación hará disminuir considerablemente el total de 450 000 toneladas de uranio natural que se precisarían hasta el año 2000 para la producción eléctrica si se utilizaran únicamente reactores de agua ligera. Con el reactor convertidor avanzando solamente, la reducción sería del 20 al 40 por ciento, con el reactor reproductor rápido únicamente, la reducción sería del 30%, y con ambos tipos, del 40 al 50%. El empleo de convertidores avanzados tendrá un efecto más acusado sobre la demanda de uranio hasta, aproximadamente, el año 2000, pero después el efecto de los reproductores rápidos será mayor. Se espera que con estos tipos avanzados de reactores los trabajos de separación para el enriquecimiento de uranio se reducirán en la misma cuantía que la demanda de uranio natural.

## El problema del abastecimiento

Hasta 1975, el Japón necesitará unas 18 000 toneladas cortas de uranio natural, y 116 000 toneladas cortas hasta 1985. Frente a estas cifras, las reservas de uranio encontradas hasta hoy en el país (expresadas en uranio) alcanzan no más de 7 000 toneladas cortas. Es decir, que el problema de cómo asegurarse las cantidades necesarias de uranio es muy importante. Para resolverlo y garantizar un abastecimiento estable de uranio a largo plazo desde ultramar se recurre a los siguientes medios combinados: contratos de compra a largo plazo, compras a corto plazo y prospección. Las compañías privadas de electricidad se han procurado ya unas 32 000 toneladas en contratos a largo plazo y unas 2 000 en contratos a plazo corto, y se efectúan en otros países prospecciones en colaboración con empresas extranjeras. Pero será preciso conseguir cantidades mucho mayores de uranio.

De todas formas «en vista del fuerte aumento de la demanda de uranio enriquecido en el futuro, no es conveniente, desde el punto de vista de un suministro estable, depender por muchos años exclusivamente de países extranjeros», continuó diciendo el Sr. Yamada. «Es preciso acelerar las actividades de investigación y desarrollo referentes al enriquecimiento del uranio, al mismo tiempo que el estudio de los reactores térmicos de tipo avanzado y de los reproductores rápidos, que no precisan uranio enriquecido.»

El Sr. Yamada hizo observar que la tecnología del enriquecimiento es todavía secreta, aunque varios países poseen plantas de enriquecimiento por difusión gaseosa. «En 1969 decidimos realizar estudios sobre el enriquecimiento, dentro de un programa integrado específico de investigaciones de energía atómica que comprendía los procesos de difusión gaseosa y los de centrifugación; también decidimos resolver en uno o dos años diversos problemas tecnológicos. Una de las cuestiones que habrá que decidir, cuando se practique el enriquecimiento a escala industrial en el futuro, será si la planta debe satisfacer las necesidades nacionales de uranio enriquecido solamente en parte, o en su totalidad, o si es conveniente pensar en la posibilidad de poner los servicios de enriquecimiento a disposición de otros países.»

#### El problema de los desechos

Otro elemento del ciclo del combustible a que el Japón atribuye importancia desde hace años es la reelaboración química del combustible agotado, para la que se construirá una planta «a tono con las aplicaciones cada vez más numerosas de la energía atómica. La Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, una compañía industrial para el desarrollo de reactores de potencia y combustibles nucleares, comenzará este año a construir la planta n° 1, con un caudal anual de 210 toneladas, que deberá ser puesta en marcha aproximadamente en 1973», dijo el orador. «Según las previsiones para el desarrollo de la energía atómica mencionadas anteriormente, la cantidad de combustible agotado alcanzará 660 toneladas en 1980 y 1 500 toneladas en 1985. Esto significa que será preciso construir la planta n° 2 poco después de haber terminado la n° 1..»

«Como la superficie del Japón es muy pequeña y su densidad de población elevada, los problemas relativos al medio ambiente son de importancia primordial al estudiar los procesos de reelaboración de combustibles agotados. Se reconoce la necesidad de concebir y desarrollar procesos por vía seca, reduciendo así la cantidad de desechos líquidos».

El Japón, igual que todos los países que ejecutan programas nucleares, se encuentra ante el problema de la evacuación de desechos en condiciones de seguridad. El Sr. Yamada expuso la magnitud del problema en el Japón. «Si se calculan en función de las previsiones relativas al aumento de la producción nucleoelectrica en el Japón, los desechos de actividad baja y media, tanto líquidos como sólidos, procedentes de las centrales nucleares alcanzarán en 1980 un volumen de 5 000 metros cúbicos y una radiactividad de 28 kilocuries», dijo el orador. «Los desechos de la planta de reelaboración supondrán 3 000 metros cúbicos de materiales líquidos y sólidos de actividad media, que totalizará un kilocurie, y 700 metros cúbicos de desechos de actividad elevada o muy elevada, que totalizará 270 000 kilocuries.

«Es fundamental decidir normas para el tratamiento y la evacuación de volúmenes tan grandes de desechos radiactivos. Hemos comenzado

a estudiar el problema y seguiremos estudiando las técnicas necesarias para resolverlo.»

El orador recordó que la evacuación de desechos de actividad baja e intermedia en las profundidades de los océanos se discutirá internacionalmente en relación con la protección del medio marino y su aprovechamiento en el futuro. Para almacenar a largo plazo desechos de alta actividad es preciso establecer un sistema satisfactorio que permita conservarlos en condiciones de seguridad durante más de mil años.

### Fomento de la industria nacional

«La tecnología japonesa de las centrales nucleoelectricas está mucho menos adelantada que las de países como los Estados Unidos y el Reino Unido, porque comenzamos más tarde el desarrollo y la utilización de la energía atómica», admitió el Sr. Yamada. «Debido a ello, si bien las empresas privadas efectúan independientemente trabajos de investigación y desarrollo de reactores de potencia y recurren a la tecnología extranjera para acelerar la producción nacional, necesitan ayuda de nuestro Gobierno... Existen en el país cinco grupos dedicados a la industria nuclear, consistente cada uno en fabricantes de combustible nuclear y de instrumentos, fabricantes de materiales, y empresas comerciales y bancos, agrupados todos en torno a fabricantes de maquinaria eléctrica. Los fabricantes de material eléctrico o de combustible nuclear, además de importar del extranjero la tecnología necesaria y colaborar en la investigación y el desarrollo, coordinan sus actividades para fomentar la industria nuclear en el Japón.

«Hemos tomado medidas de orden financiero y fiscal para ayudar a las empresas privadas a fin de conseguir una industria nuclear pujante; además, hemos puesto a su disposición los resultados obtenidos por los institutos oficiales de investigación, todo con el fin de consolidar las bases técnicas de las empresas privadas.»

El orador hizo observar que países técnicamente avanzados, como los Estados Unidos y el Reino Unido, han realizado una vastísima labor de investigación y desarrollo en el empleo de la energía nuclear con fines militares y han aprovechado algunos de los resultados para las aplicaciones con fines pacíficos. «Como es natural, nada similar puede producirse en el Japón. De hecho, la infraestructura para la construcción de reactores de potencia en el país se ha establecido gracias a los esfuerzos de las empresas privadas y a las medidas estimulantes que ha tomado el Gobierno.»

En un principio, el contratista principal era siempre un fabricante extranjero y los fabricantes japoneses eran subcontratistas. Hoy existen en el país tres fabricantes capaces de actuar como contratistas principales para reactores de agua ligera; en algunos casos, la maquinaria para centrales nucleares construida en el país representa el 90 por ciento de la instalada.

Este año ha terminado la construcción de una fábrica de combustible nuclear en la que colaboran empresas extranjeras y empresas privadas japonesas. Y se están construyendo otras dos plantas con ayuda tecnológica extranjera. «De este modo se está creando el sistema nacional de fabricación de combustible... Nuestra industria nuclear es hoy capaz de producir en el país la mayor parte de los componentes de un reactor de potencia, pero en algunos casos sigue dependiendo del extranjero. Por otra parte, el Japón está en condiciones de exportar tales componentes,

especialmente vasijas de presión. Estamos actualmente estudiando la manera de competir con éxito con las industrias nucleares de países como los Estados Unidos o el Reino Unido, que poseen vasta experiencia en la construcción de centrales nucleoelectricas y, al propio tiempo, procuramos fomentar la industria con vistas a la exportación.»

### Emplazamiento y seguridad

«Nuestro Gobierno declara en el programa a largo plazo que promoverá el establecimiento de normas de seguridad, las investigaciones sobre la seguridad, los estudios en busca de emplazamientos para centrales nucleoelectricas, y la aplicación de reglamentos razonables de seguridad en las instalaciones nucleoelectricas», dijo el Sr. Yamada, y añadió que se han establecido directivas para evaluar emplazamientos de reactores nucleares de no menos de 10 MW(t), y para juzgar los aspectos relativos a la seguridad en el diseño de instalaciones nucleares.

Conforme a esas directivas, «los reactores nucleares se localizan en el Japón en lugares apartados, lejos de los centros de consumo de electricidad, a lo largo de las costas y sobre terrenos bien estables, porque nuestro país es propenso a los terremotos<sup>1</sup>. Se ha calculado que los terrenos necesarios para las centrales nucleares que, con una potencia normal de 60 000 MW, se construirán hasta 1985, sumarán unos 42 kilómetros cuadrados. La selección de tan grandes emplazamientos en nuestro país, de tan pequeña extensión y población tan densa, donde las costas y las aguas costeras se aprovechan muy intensamente, va resultando un problema difícil. Además de estas dificultades, debidas a las condiciones naturales, existen otras de carácter social como es el desasosiego que sienten los japoneses ante todo lo relacionado con la energía atómica, y las reservas de los pescadores, debidas al temor de perder zonas pesqueras a causa del calor residual y los desechos radiactivos que descargan las centrales nucleares... Existe la tendencia a concentrar en un solo emplazamiento o una sola zona varios reactores, y existe ya un proyecto de construcción de buen número de ellos, con una potencia total de 8 000 MW, en un solo emplazamiento.

«Por lo tanto, tenemos que encontrar más emplazamientos y de mayor tamaño adecuados para centrales nucleoelectricas, e intensificar la labor de investigación y desarrollo tecnológico, etc., para conseguir la construcción de centrales lejos de la costa, bajo tierra, etc. También es preciso mejorar las medidas de protección y de seguridad para tener más libertad en la selección de emplazamientos.»

### Colaboración armoniosa

«En un país tan intensamente aprovechado como el nuestro reviste especial importancia la adaptación de las instalaciones nucleares al medio ambiente. Es esencial impedir que los habitantes de las proximidades queden expuestos a la radiactividad. A este respecto, es necesario establecer normas científicas de seguridad y superar la hipersensibilidad de los habitantes. La radiactividad en la zona en torno a las centrales

---

<sup>1</sup> En el N° 4 del Vol. 12 del Boletín apareció un Artículo sobre algunos aspectos de la evaluación de emplazamientos para reactores, en el que se pasa revista a trabajos efectuados en el Japón.

eléctricas se evalúa y se discute con participación de representantes de la población de esa zona, y los resultados de los estudios se publican. Este procedimiento se está generalizando.

«Hemos investigado detalladamente el comportamiento de las substancias radiactivas en el mar y sus efectos sobre la vida marina, también en la zona de Tokai-mura, donde está prevista la construcción de una planta de reelaboración, y estamos tratando de cerciorarnos de sus condiciones de seguridad. Además, como en nuestro país la pesca en aguas interiores es muy importante, es necesario armonizar con el medio ambiente el calor residual procedente de las centrales nucleares, y se ha iniciado un proyecto para aprovecharlo en piscicultura. Nuestro país efectúa trabajos de investigación y desarrollo en muchas esferas con el fin de aumentar el número de posibles emplazamientos, mejorar los sistemas de seguridad y proteger el medio ambiente, pero considera necesario intensificar esos esfuerzos. Estos problemas son comunes a todas las naciones nucleares, y sólo varían en el orden de magnitud. Por lo tanto, consideramos conveniente establecer un sistema internacional de cooperación.»

La cooperación fue un tema en que el Sr. Yamada insistió repetidamente durante su conferencia, así como en la necesidad del esfuerzo de cada cual en el ámbito internacional. Según dijo, «el depender siempre de la tecnología extranjera nos impediría hallar soluciones originales y, a largo plazo, sería un obstáculo para la expansión de nuestra propia tecnología nuclear. Además, el desarrollo de la energía atómica puede contribuir a elevar el nivel de la ciencia y la tecnología en muchos campos, a consolidar la base industrial y a crear una estructura industrial robusta y moderna. Por consiguiente, el principio en que se inspira el programa a largo plazo es el de lograr en todo lo posible un desarrollo independiente y original».

Esto, dijo el orador, no excluye la cooperación internacional en el campo de las investigaciones y el desarrollo. El programa a largo plazo japonés dice que «nos esforzaremos por intensificar nuestras investigaciones fundamentales, efectuando a la par una labor eficaz de investigación y desarrollo, y coordinando las investigaciones fundamentales y las aplicadas en las distintas esferas. El estudio y promoción de la energía atómica abarca muchos campos de la ciencia y la tecnología, cuyo desarrollo estimula e influye grandemente en la industria y la economía; además, exige invertir en investigaciones sumas muy importantes durante mucho tiempo. Desde este punto de vista, el Gobierno desempeña un papel fundamental y el país debería intensificar lo más posible las inversiones de fondos nacionales».

### Estructura del programa

El Sr. Yamada explicó que los temas de importancia y urgencia especiales, que requieren programas nacionales sistemáticos y activos, así como grandes cantidades de dinero, la cooperación entre varios sectores e investigaciones y desarrollo a largo plazo, y que prometen grandes beneficios para todo el país una vez trabajados, son objeto de «Proyectos Especiales de Investigación y Desarrollo en Energía Atómica (proyectos nacionales)». El Gobierno especifica los objetivos y la duración de cada proyecto de esta clase. Entonces se ejecuta del modo más racional y cada organización participante coopera realizando la labor más indicada



para ella, reorganizando el sistema y efectuando amplios trabajos de investigación y desarrollo de manera sistemática y siguiendo un plan general. En el momento actual, el Japón ejecuta activamente proyectos nacionales como el FBR y el ATR, así como el proyecto encaminado a construir el primer buque nuclear del país, por cooperación entre el Gobierno y empresas privadas, y con capital privado.

Por lo que se refiere a los reactores convertidores, «hemos decidido recurrir a la tecnología extranjera en la fase experimental con lo que podremos ponerlos en servicio cuanto antes, y comenzar construyendo un prototipo de una potencia aproximada de 200 MW(e). Los trabajos se iniciarán este año y se espera que alcance la criticidad en 1974. Al evaluar este proyecto de construcción ... se llegó a las conclusiones siguientes: la electricidad producida por el ATR costará probablemente igual o menos que la generada por un reactor de agua ligera; ha sido acertado elegir el ATR en vez del reactor de agua pesada que se estudia en el extranjero; el desarrollo del ATR es de gran importancia en nuestros esfuerzos por obtener una fuente segura de energía; el proyecto de realización de reactores de ese tipo por la Power Reactor and Nuclear Fuel Corporation no suscita dificultades tecnológicas graves; el desarrollo del ATR por nuestros propios medios nos ayudará a independizarnos de la tecnología extranjera.

«Por lo que se refiere al estudio de los reactores reproductores rápidos, se ha decidido comenzar la construcción de un reactor experimental con una potencia inicial de 50 MW térmicos (que podrá elevarse a 100 MW) y está previsto que alcance la criticidad a fines de 1973. En cuanto al prototipo, se está haciendo el estudio de un reactor de unos 300 MW, que deberá alcanzar la criticidad en 1977.»

## De los buques de propulsión nuclear al estudio de la fusión

El orador indicó que el Japón está ejecutando también un proyecto para la construcción de su primer buque de propulsión nuclear, un carguero especial de 8350 toneladas de registro bruto, «preparándose con ello para la era futura de la navegación mercante nuclear y acumulando experiencia en la construcción y explotación de naves nucleares, ya que el Japón es uno de los primeros países en arquitectura naval y transportes marítimos».

El Sr. Yamada dijo que la botadura de este primer buque tuvo lugar el año pasado. El casco está ya terminado y se está instalando el reactor. «Esperamos que las empresas privadas construyan y exploten el segundo buque, y el Gobierno tiene intención de adoptar medidas adecuadas para ayudarlas en el proyecto», dijo el orador. «No obstante, como todavía no se conocen bien los aspectos económicos de los buques nucleares, la construcción del segundo buque volverá a examinarse a la luz de los resultados de los estudios sobre reactores marinos que se desarrollan actualmente, de los datos que se obtengan con la explotación del primer buque, de las tendencias en los círculos navieros tanto japoneses como extranjeros, y de los progresos alcanzados en el desarrollo de reactores marinos en otros países. Si los buques de propulsión nuclear han de emplearse en la práctica, hemos de estar seguros de que se autorizará su entrada en los puertos y de que tendrán una libertad de navegación igual en esencia a la de las naves clásicas. Quedan todavía pendientes muchos problemas complicados que no permiten tener esa

seguridad, y opinamos que habría que hacer todo lo posible, tanto nacional como internacionalmente, para resolverlos.

«Estos proyectos nacionales, los primeros de esta envergadura que se desarrollan en el Japón, van avanzando conforme resolvemos las diversas dificultades que plantean. Esperamos de ellos no sólo resultados directos, sino también ventajas indirectas, talas como la promoción tecnológica y la experiencia en la organización y ejecución de este tipo de trabajos.

El Sr. Yamada dijo que todos los temas de investigación de los que es lícito esperar grandes beneficios, y todos los que pudieran estimular en el Japón el progreso en materia de energía atómica, son objeto de proyectos de «Investigación Integrada Específica en Energía Atómica», a los que contribuyen organismos gubernamentales, en armoniosa cooperación, cada uno con un objetivo claramente definido, conforme a un programa nacional bajo la coordinación del Gobierno. Actualmente se efectúan investigaciones sobre el enriquecimiento del uranio, la fusión nuclear, y la irradiación en escala industrial de alimentos.

En 1968, los trabajos sobre fusión nuclear pasaron a constituir uno de los proyectos de Investigación Integrada Específica en Energía Atómica, y su objetivo es llegar al reactor de fusión; se preparó un plan fundamental de investigaciones y desarrollo que preveía una fase inicial de seis años a partir de 1969, y la fase principal que es el proyecto Torus. El Instituto Japonés de Investigaciones de Energía Atómica (JAERI) completó en 1969 un dispositivo Torus, de bajo valor beta y simetría axial, y está ahora diseñando un dispositivo de valor beta intermedio, del tipo Tokamak.

#### El programa y su futuro

El Sr. Yamada recordó que el Japón ha firmado el tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares en febrero de este año. «Guiados por la idea de que los procedimientos de salvaguardia aplicados por el OIEA en relación con el Tratado deben ser lo más sencillos posible, estamos desarrollando trabajos intensos de investigación y desarrollo en materia de salvaguardias, y opinamos que debería incrementarse la cooperación internacional en esta esfera», dijo el orador.

«Además, quedan numerosos problemas por resolver antes de que sean realidad muchas aplicaciones de la energía nuclear —por ejemplo, en la fabricación de acero, la industria química, la desalación de agua marina, en sistemas globales de acondicionamiento de aire para zonas urbanas y en industrias que consumen grandes cantidades de energía... Estamos estudiando la viabilidad, desde el punto de vista técnico, de un reactor de temperatura sumamente alta, refrigerado por gas, cuyo refrigerante, debido a su gran temperatura, pueda utilizarse directamente en la fabricación de hierro y de acero; estamos examinando los problemas técnicos y las perspectivas de solución.

«El programa a largo plazo especifica el papel que corresponde a las Universidades, el JAERI, PNC, JNSDA, IPCR, NIRS y otros laboratorios nacionales de investigación, y pide a las empresas privadas que apliquen en la industria la tecnología que haya alcanzado la fase de uso corriente, y que se esfuercen por mejorarla; también las incita a participar en proyectos nacionales y en las Investigaciones Integradas Específicas en Energía Atómica, y a tomar las medidas que sean necesarias para establecer y mejorar sus bases tecnológicas.

«Ahora que es probable que la energía nuclear se utilice en gran escala y que se piensa cada vez más en aplicar procesos atómicos en las industrias que consumen grandes cantidades de energía, sirviéndose para ello de los reactores de alta temperatura refrigerados con gas, por no mencionar la expansión de la generación nucleoelectrica ni los buques nucleares, ahora se considera que es el mejor momento para revisar el actual programa a largo plazo, estableciendo previsiones para la utilización de la energía atómica hacia 1990, definiendo los nuevos e importantes problemas en materia de investigación y desarrollo, e ideando los medios para resolver estos problemas en conformidad con el programa.»