

PROFESOR R.G. SACHS, ARGONNE, EE.UU.

Creo que vemos aquí la esencia de la física, y eso es muy importante para nuestra cultura mundial. En la actualidad no se vislumbra ninguna aplicación práctica directa; los que se hallan aquí no se dedican a las aplicaciones prácticas, sino a lo fundamental, a las verdades, y yo creo que esto es la esencia de nuestra cultura. Es maravilloso poder conseguir que personas de todos los países interesadas en las mismas cosas, se reúnan para hablar de ellas libremente. Como no son materias contenciosas podemos hablar con entera libertad y podemos aprender a comprendernos recíprocamente bastante mejor, sin tropezar con ninguna dificultad. En conjunto, las relaciones entre personas de diferentes países son exactamente las mismas que entre personas del mismo país. Claro está resulta algo difícil explicar la utilidad de esas actividades. Se puede preguntar para qué sirve el arte, y en un sentido meramente práctico su valor tal vez no sea inmediato; pero aportará algo a las almas de los hombres. A mi juicio, la física teórica es algo que se aproxima a la categoría creadora del arte. Exige una formación académica más extensa, pero es una forma de autoexpresión, una fuente con la cual puede uno renovarse y renovar el mundo, y creo que es muy importante participar en ella. Además, un pequeño país con recursos limitados puede aportar una enorme contribución a la física teórica, como lo han hecho Dinamarca y Holanda.

EL JAPON Y LA COOPERACION ATOMICA

El Japón, país en que se celebrará la novena reunión ordinaria de la Conferencia General del Organismo, posee un importantísimo programa de producción de energía nucleoelectrónica para hacer frente a la futura demanda de electricidad y se interesa activamente por otras aplicaciones de la energía atómica, además de estar edificando una gran industria nacional de técnica nuclear. El Japón ha considerado siempre al Organismo como centro y vía de cooperación internacional, y fue una de las Partes del primer acuerdo bilateral que traspasó al Organismo la aplicación de salvaguardias contra la distracción de materiales para fines militares. Además, el Japón ha apoyado los programas del Organismo con donativos, cursos de formación profesional e investigaciones y cediendo expertos.

En 1961, la Comisión Japonesa de Energía Atómica (CEA) formuló un «Programa de desarrollo y utilización de la energía atómica a largo plazo», basado en las perspectivas económicas de la producción de energía nucleoelectrónica y en las condiciones necesarias para hacer frente a una demanda de energía cada vez mayor. Guiándose por las tendencias que ha seguido en otros países el desarrollo de los reactores de potencia, este programa prevé que para 1970 la energía nucleoelectrónica podrá competir comercialmente con la producida en las centrales de petróleo. Sobre esta base, la capacidad total de producción nucleoelectrónica será de 1 000 MW(e) en 1970 y de 7 000 a 9 500 MW(e) en 1980.

Como etapa preliminar del programa, la Compañía Japonesa de Energía Nucleoelectrónica (JAPCO) comenzó en 1959 la construcción de una central provista de un reactor moderado con grafito y refrigerado con gas (tipo Calder Hall mejorado) de 165 MW(e) de potencia bruta. La construcción se desarrolló normalmente y el reactor alcanzó la criticidad en mayo de 1965; se espera que comience a suministrar energía para fines comerciales a fines del año actual.

La segunda central nucleoelectrónica la construirá la misma compañía en la costa del Mar del Japón e irá provista de un reactor, moderado con agua ligera, de 250 a 300 MW(e) de capacidad. Se está acelerando la construcción para que quede terminada en 1970. Otras tres compañías eléctricas particulares – una de Tokio, otra de Kansai y otra de Chubu – están preparando la construcción de tres centrales nucleoelectrónicas de 300 MW(e) cada una, que quedarán terminadas hacia 1970. Si estos planes se cumplen dentro del plazo previsto, se superará el objetivo de 1 000 MW(e) de capacidad nucleoelectrónica que fija el programa de la CEA.

Sin embargo, la electricidad producida por el primer reactor comercial de la JAPCO costará probablemente más de lo calculado y el costo unitario de la energía generada por las próximas centrales nucleoelectrónicas no podrá competir comercialmente en lo inmediato con el de las centrales de petróleo.

Para fomentar la generación de energía nucleoelectrónica durante la fase de investigación y desarrollo, la CEA estudió algunas posibilidades interesantes como la construcción de una planta de regeneración de combustible y la adquisición del plutonio contenido en el combustible agotado. En 1970 funcionarán cinco centrales nucleoelectrónicas y se calcula que la cantidad anual de combustible agotado – uranio enriquecido y uranio natural – será de 100 toneladas en 1970 y de 200 en 1975. Para regenerar el combustible agotado en el país como parte de su política de desarrollo nuclear, la CEA ha estudiado la construcción de una planta de 0,7 toneladas diarias de capacidad, que quedará terminada en 1970. La Corporación de Combustibles Atómicos (AFC) encargó en 1963 a una compañía británica el diseño preliminar de la planta, y la propia AFC comenzará en breve a trabajar con los planos detallados. Se calcula que la construcción costará 10 000 millones de yen. Entretanto el Instituto Japonés de Investigaciones Nucleares (JAERI) y la AFC efectúan conjuntamente estudios fundamentales y trabajos de desarrollo sobre la regeneración del combustible.

Otra aplicación importante de la energía atómica es la propulsión de buques. El Instituto de Investigaciones Navieras del Ministerio de Transportes, la Asociación de Investigaciones sobre Buques Nucleares y las industrias particulares interesadas estudian el tema desde 1957. Después de discutir muy a fondo la construcción de un buque nuclear, la CEA decidió en 1962 construir un buque escuela y para estudios oceanográficos de 6 000 toneladas brutas. En agosto de 1963 se creó el Organismo Japonés para el Desarrollo de Buques Nucleares (JNSDA), organización ejecutiva financiada por el Gobierno y por la industria. Según el programa de desarrollo de buques nucleares de la CEA, que se había establecido con anterioridad, la JNSDA debe terminar los primeros diseños del buque en 1963, e iniciar la construcción en 1964; el buque quedará terminado en 1968 y hará los viajes de prueba en los dos años siguientes. Una vez confeccionado el diseño del buque, la JNSDA fijó sus características principales en 1963 y decidió emplear un reactor de ciclo indirecto de agua ligera.

REACTORES DE INVESTIGACION

<i>Reactor</i>	<i>Tipo</i>	<i>Potencia</i>	<i>Finalidad</i>	<i>Emplazamiento</i>	<i>Puesta en marcha</i>
1. JAERI JRR-1	U enriquecido y agua ligera (tipo L-54)	50 kW(t)	Investigaciones fundamentales y enseñanza	Tokai-mura	Agosto de 1957
2. JAERI JRR-2	U enriquecido y agua pesada (tipo CP-5)	10 MW(t)	Investigaciones fundamentales, ensayo de materiales y ensayos de ingeniería	Tokai-mura	Octubre de 1960 (20 % de combustible) abril 1962 (90 %)
3. JAERI JRR-3 (Primer reactor de construcción japonesa)	U natural y agua pesada	10 MW(t)	Producción de isótopos y ensayos de ingeniería	Tokai-mura	Septiembre de 1962
4. JAERI JRR-4	U enriquecido y agua ligera (tipo piscina)	1 MW(t) (máx. 3 MW(t))	Estudio de blindajes	Tokai-mura	Enero de 1965
5. JAERI JMTR	U enriquecido y agua ligera (tipo tanque)	50 MW(t)	Pruebas de irradiación de materiales combustibles	Oharai-machi	Marzo de 1968
6. Goto Ikuei-kai	Aleación U/Hidru-ro de Zr (TRIGA-2)	100 kW(t)	Enseñanza e investigaciones	Kawasaki (Pref. de Kanagawa)	Enero de 1963
7. Hitachi	U enriquecido y agua ligera (tipo piscina)	100 kW(t)	Enseñanza e investigaciones	Kawasaki (Pref. de Kanagawa)	Diciembre de 1961

<i>Reactor</i>	<i>Tipo</i>	<i>Potencia</i>	<i>Finalidad</i>	<i>Emplazamiento</i>	<i>Puesta en marcha</i>
8. Toshiba	U enriquecido y agua ligera	30 kW(t) (máx. 100 kW(t))	Enseñanza e investigaciones	Kawasaki (Pref. de Kanagawa)	Marzo de 1962
9. Univ. de San Pablo	Aleación U/Hidruro de Zr (TRIGA-2)	100 kW(t)	Enseñanza e investigaciones	Yokosuka (Pref. de Kanagawa)	Diciembre de 1961
10. Univ. de Kinki	U enriquecido y agua ligera (tipo Argonaut)	0,1 W(t)	Enseñanza	Fuse (Osaka)	Noviembre de 1961
11. Univ. de Kioto	U enriquecido y agua ligera (tipo tanque con piscina)	1 MW(t)	Enseñanza universitaria (empleado por todas las facultades)	Kumatori-machi (Osaka)	Junio de 1964
REACTORES DE POTENCIA					
12. JAERI JPDR	U enriquecido y agua ligera (tipo BWR)	12,5MW(e)	Investigaciones sobre reactores de potencia	Tokai-mura	Agosto de 1963
13. JAPCO	U natural y grafito (tipo Calder Hall)	166 MW(e)	Producción comercial de electricidad	Tokai-mura	Mayo de 1965

EMPLEO DE LAS RADIACIONES

Las radiaciones se emplean mucho en agricultura, medicina, industria, etc.

En la agricultura sirven, entre otras cosas, para estudiar los movimientos y absorción de abonos por el suelo, para vigilar los escapes de agua en los embalses de riego y para estudiar los efectos de la exterminación de insectos sobre las cosechas. El Instituto de Radiogenética del Ministerio de Agricultura y Silvicultura de Omiya-machi (Prefectura de Ibaraki) ha instalado un campo gamma de 200 metros de diámetro. Como fuente de irradiación se emplea cobalto-60 y se están efectuando experimentos de fitogenética. La labor del Instituto ha dado buenos resultados. Este campo gamma está a disposición de las universidades y demás instituciones de investigación, así como de los departamentos del Ministerio. El estudio de la conservación de alimentos por irradiación se inició en 1963, y en febrero de 1964 se creó la Asociación Japonesa de Investigaciones sobre Irradiación de Alimentos (constituida por investigadores de institutos, universidades, etc.) para el intercambio de información y organización de investigaciones y para discutir acerca de la irradiación de alimentos.

El Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas (NIRS), las universidades y los institutos nacionales de investigación están estudiando la manera



Vista de la primera central nucleoelectrica comercial del Japon, en Tokai Mura, cuyo reactor alcanzó la criticidad en mayo de 1965 (Foto: Comisión de Energía Atómica del Japon).

de evitar, diagnosticar y tratar las radiolesiones. Para ello el Instituto ha instalado un betatrón de 31 MeV, un acelerador lineal para fines médicos, un contador de carga corporal, un acelerador Van de Graaff y una planta de irradiación de cobalto-60 de 30 000 curies.

La radiactividad sirve en la industria principalmente para ensayos no destructivos y para mediciones. Su empleo para controlar procesos continuos de fabricación en las industrias del papel y del acero ha resultado utilísimo. Las universidades, los institutos nacionales y las instituciones particulares de investigación realizan estudios fundamentales en el campo de la química utilizando las radiaciones.

El centro de investigaciones de Takasaki, del Instituto Japonés de Investigaciones Nucleares, realizará un experimento en escala de planta piloto con los resultados obtenidos por las universidades y la industria. Primeramente estudiará la polimerización por injerto de estireno en celulosa, la polimerización del etileno y el moldeo de materias plásticas por irradiación. Aunque el empleo de las radiaciones en la industria química no ha pasado de su fase inicial, se espera que la labor de investigación y desarrollo produzca grandes beneficios, y el centro de Takasaki desempeñará un papel importante en la aplicación de la radioquímica.

El Japon se ve actualmente obligado a importar gran parte de los radioisótopos que necesita. En fecha próxima, cuando el reactor JRR-3 del Instituto Japonés de Investigaciones Nucleares comience a funcionar a pleno rendimiento, se cubrirá la demanda nacional de radioisótopos.

EL JAPON Y LA COOPERACION INTERNACIONAL

El Japón ha concertado tres acuerdos de cooperación para el empleo pacífico de la energía atómica con los Estados Unidos de América, el Reino Unido y el Canadá. Todos ellos contienen cláusulas que disponen la aplicación de salvaguardias a los materiales transferidos desde el otro país para evitar su distracción con fines militares; en los dos primeros acuerdos se aplican también salvaguardias al equipo y a las instalaciones. En los tres casos se confiaba en que la administración de las salvaguardias se traspasase al Organismo. En vista de lo dispuesto en la ley básica de energía atómica, que sólo tolera el empleo pacífico de la energía atómica, y dado que el Japón desea hacer efectivas estas disposiciones, la administración de las salvaguardias del acuerdo entre el Japón y los Estados Unidos se traspasó al Organismo en 1963 – caso entonces sin precedente. Después, el sistema de salvaguardias del Organismo se ha hecho extensivo a los grandes reactores de potencia y a los reactores de investigación; en virtud del acuerdo entre el Japón y el Reino Unido, los reactores de potencia quedan sometidos a salvaguardias, cuya administración se traspasará al OIEA. Se trata de un hecho trascendental el que un país acepte por acuerdo bilateral la inspección del OIEA, no sólo para sus reactores de investigación sino también para los de potencia. Además, el Japón está negociando con el Canadá el traspaso de la administración de salvaguardias al Organismo en virtud del acuerdo bilateral concertado entre ambos países. Se espera que estas decisiones y estos esfuerzos del Japón contribuyan al desarrollo y a la aceptación de un sistema eficaz de salvaguardias del Organismo.

El Japón ha contribuido directamente a la ejecución de los programas del Organismo de diversas maneras, inclusive con donativos de equipo. El Gobierno del Japón ha decidido regalar al Organismo un espectrómetro de masas para fomentar un programa coordinado de investigación OIEA/FAO (el proyecto de investigación sobre el empleo de abonos del arroz y del maíz). En febrero de 1965, el Japón distribuyó 1 600 cápsulas para irradiaciones experimentales en reactores de investigación que previo acuerdo con el Organismo se enviaron a Tailandia, Pakistán, Filipinas y Taiwán. Se trata de cápsulas de polietileno y de aluminio de cinco tamaños diferentes.

Una manera muy importante de contribuir al desarrollo de los países del Este de Asia es dar formación profesional. El Japón ha aceptado ya a 139 estudiantes extranjeros, entre los que se cuentan los siguientes:

Setenta estudiantes con becas del OIEA, principalmente en el Instituto Japonés de Investigaciones Nucleares, el Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas y otros institutos nacionales;

Veintiséis participantes en el curso de formación sobre radioisótopos (de cuatro semanas de duración) que se celebró en 1958 bajo el patrocinio del OIEA y la UNESCO;

Dieciséis participantes en un curso de formación sobre radioisótopos (de cuatro semanas) patrocinado en 1962 por el OIEA y la UNESCO;

Quince participantes en el curso del OIEA sobre el empleo de los radioisótopos en ingeniería, química, biología y agricultura (de dieciocho semanas de duración) que se celebró en 1964;



Recipiente de presión del reactor de Tokai Mura (Foto: Comisión de Energía Atómica del Japón).

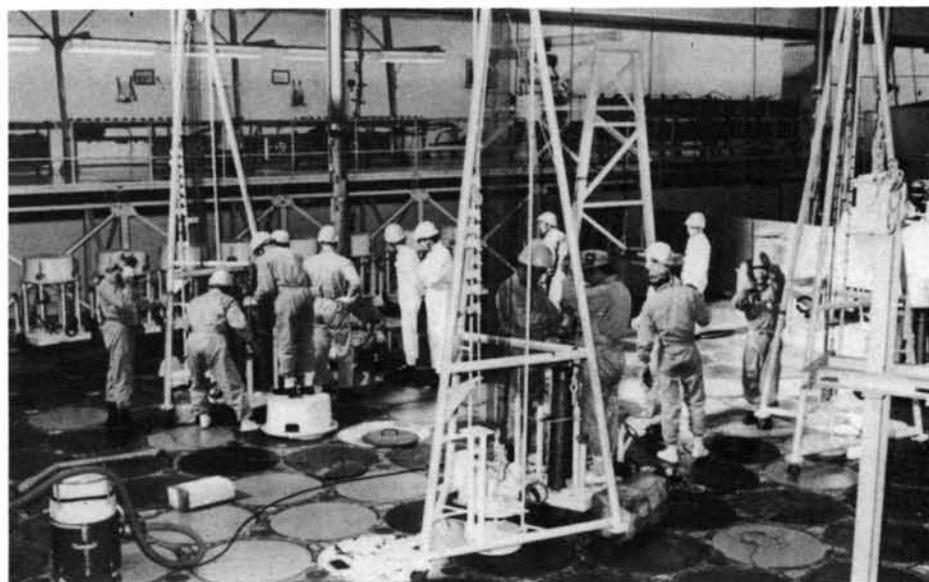
Cuatro becarios de países asiáticos, con becas ofrecidas por el Gobierno japonés.

Además, como parte del Plan de Colombo, en abril de 1965 fueron al Japón nueve operadores de reactores del Pakistán. La experiencia adquirida en el Instituto Japonés de Investigaciones Nucleares les servirá para el reactor de investigación que se construye actualmente en el Pakistán.

El Japón también ayuda a los países vecinos cediéndoles expertos. Tres expertos fueron a países del Sudeste de Asia para el programa de asistencia técnica del OIEA: uno a las Filipinas y otros países para ayudar en el programa coordinado OIEA/FAO de investigaciones sobre el cultivo del arroz mediante el empleo de radioisótopos, y los otros dos a Tailandia para ayudar a los ingenieros locales a manejar un reactor y a manipular el equipo auxiliar. Estos países han agradecido mucho la ayuda recibida y el Gobierno japonés desea fomentar más esta clase de cooperación.

La Conferencia de países de Asia y del Pacífico para el fomento de la utilización de la energía atómica con fines pacíficos, fue un hito en la historia de la cooperación regional. Esta Conferencia se celebró en marzo en 1963 en Tokio, bajo los auspicios del Gobierno japonés, y su finalidad era dar a los participantes una oportunidad para discutir los problemas comunes administrativos y técnicos de la investigación y desarrollo del empleo pacífico de la energía atómica, y para buscar la manera de superar las dificultades gracias a la cooperación internacional. Asistieron 33 participantes de catorce países: Afganistán, Australia, Ceilán, Corea, República de China, Filipinas, India, Indonesia, Irán, Japón, Nueva Zelandia, Pakistán, Tailandia y Viet-Nam. También hubo observadores de la Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente, del OIEA, de la Organización Inter-

Primera carga de combustible en la central nucleoelectrica de Tokai Mura (Foto: Comisión de Energía Atómica del Japón).



nacional del Trabajo, de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y de la Organización Mundial de la Salud, así como del Canadá, los Estados Unidos, Francia, Italia, el Reino Unido y la República Federal de Alemania. La Conferencia decidió pedir al Organismo que fomentase las actividades regionales en Asia y en el Pacífico y que estudiase la posibilidad de crear una oficina regional con tal fin. También expresó el deseo general de celebrar de vez en cuando reuniones similares bajo los auspicios del Organismo. Gracias a la Conferencia se mejoró mucho la comprensión recíproca entre los países participantes.

El Japón ha desempeñado un papel importante en la ejecución de contratos de investigación concedidos por el Organismo; en efecto, de 1958 a 1964 se han concedido 22 contratos a hombres de ciencia japoneses. La mayor parte de sus temas se referían al empleo de radioisótopos en agricultura, a la protección radiológica y a la radiobiología.

Todo esto demuestra que las relaciones del Japón con el Organismo son múltiples. Al desarrollar su propio programa de energía atómica el país se ha beneficiado de las facilidades ofrecidas por el Organismo, al mismo tiempo que ha prestado un valioso apoyo a los programas del Organismo en numerosas ocasiones.

EL ESPECTROMETRO DE FILIPINAS

Jose O. Juliano*

Bajo los auspicios del Organismo se ha iniciado en Filipinas, con asistencia de la India, un proyecto notable de colaboración internacional en el que intervienen participantes de Indonesia, Corea, Tailandia, China y Filipinas. Se trata de un programa regional de formación profesional e investigación con ayuda de un espectrómetro neutrónico de cristal que se emprendió en enero de 1965 en el Centro Filipino de Investigaciones Atómicas de Diliman, Quezon City (Filipinas). Se le ha dado el nombre de proyecto IFO, iniciales que aluden a los signatarios del acuerdo tripartito, de cinco años de duración, que son los Gobiernos de la India y de la República de Filipinas, y el Organismo Internacional de Energía Atómica. El programa es

* *Director Interino del Centro Filipino de Investigaciones Atómicas.*