

PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA ATOMICA EN CINCO PAISES

En los meses de octubre y noviembre del pasado año, la cuarta misión de asistencia preliminar del Organismo Internacional de Energía Atómica visitó el Afganistán, el Irak, el Irán, Turquía y Yugoslavia para estudiar directamente el posible desarrollo de la energía atómica en estos cinco países*. La misión reunió y examinó todos los datos pertinentes, celebró un gran número de conversaciones con funcionarios y hombres de ciencia en las que tuvo particularmente en cuenta los planes y proyectos de cada uno de los mencionados países, y señaló a las autoridades nacionales y al Organismo la manera más eficaz en que éste podría contribuir a dicho desarrollo.

Las conclusiones de la misión figuran en cinco informes detallados que servirán de orientación general a los programas de asistencia del Organismo para esos países.

Organización de las actividades

En el Afganistán no existe ningún órgano independiente encargado de las actividades relativas a la energía atómica; estas actividades incumben a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Kabul. Varios Ministerios se interesan por las aplicaciones de la energía atómica; existe el propósito de incluir en el segundo plan quinquenal todos los proyectos relacionados con el desarrollo de la energía atómica; la ejecución de este plan quinquenal empezará en 1961.

La Comisión de Energía Atómica del Irak es un órgano ejecutivo; sus funciones consisten en preparar planes para la utilización de la energía atómica con fines pacíficos y para desarrollar las investigaciones científicas en general.

La Comisión Nacional de Energía Atómica del Irán, cuyo Presidente es el Primer Ministro, define la política del país en esa materia. Actualmente no existe ningún órgano central que desarrolle actividades de orden científico y ejecutivo; estas actividades han sido confiadas a diversos institutos y organizaciones.

En Turquía, una Comisión presidida por el Primer Ministro coordina todas las actividades en materia de energía atómica. Existe también una Junta Consultiva, pero no se ha creado ningún órgano nacional para desempeñar las funciones operacionales y científicas.

* La misión estaba dirigida por Harold Smith, experto en las aplicaciones agrícolas de los radioisótopos, que hasta hace poco ocupó un alto cargo en la División de Isótopos del Organismo. Los otros componentes de la misión eran: Arturo Cairo (formación profesional y becas), Munir Khan (reactores y energía nucleoelectrónica), Rastislav Lacko (asistencia técnica), Herbert Vetter (medicina e higiene radiofísica) y John Webb (materiales básicos), todos ellos funcionarios de la Secretaría del OIEA.

La Comisión de Energía Nuclear de Yugoslavia es un órgano administrativo federal asesorado por un Comité de Expertos. La Comisión dirige y coordina todas las actividades relacionadas con la energía atómica.

Formación profesional en la esfera nuclear

En el Afganistán la instrucción superior se da en la Universidad de Kabul, y las disciplinas científicas se enseñan exclusivamente en la Facultad de Ciencias de esta Universidad. En la actualidad unos 400 estudiantes siguen cursos de enseñanza superior en el extranjero con becas concedidas por el Gobierno. Un experto de la UNESCO organiza en el país las prácticas de laboratorio de los cursos de física. El Organismo podría prestar asistencia facilitando los servicios de un experto en física nuclear que, además de dar cursos sobre esta especialidad en la Facultad de Ciencias, se encargase de instalar un laboratorio nuclear.

El Gobierno del Irak está desplegando grandes esfuerzos para organizar eficazmente la enseñanza universitaria, pero la escasez de personal constituye un serio problema. El equipo de que dispone la Universidad de Bagdad es insuficiente para proporcionar una formación científica avanzada; el Gobierno tiene el propósito de resolver este problema a fin de que sea posible organizar una formación profesional básica en ciencias nucleares.

La misión se formó una opinión muy favorable de la labor que lleva a cabo el Gobierno del Irán para dotar de mejores medios de estudio a la Universidad de Teherán, que dispone ya de un equipo abundante para estudios básicos. Aunque el nivel de los cursos científicos es elevado, la misión cree que pueden mejorarse los trabajos prácticos y experimentales. Opina igualmente que la Universidad de Teherán debería comenzar inmediatamente a organizar cursos científicos para graduados, y que debería crear, además, grupos de investigadores.

En la Universidad de Ankara, Turquía, se efectúan satisfactoriamente experimentos de física atómica, pero deberían organizarse estudios superiores de física nuclear y de otras disciplinas afines. La Universidad Técnica del Oriente Medio se encuentra en sus primeras etapas de actividad y, por lo tanto, la misión no pudo evaluar sus posibilidades. Las instalaciones y el personal con que cuenta la Universidad de Estambul parecen ser apropiados para una sólida enseñanza fundamental; en cambio, el equipo para la formación superior en ciencias nucleares es insuficiente. La Universidad Técnica de Estambul

dispone de excelentes instalaciones; sin embargo, la misión observó algunas deficiencias en la Escuela de Minas.

Se está llevando a cabo una importante reorganización del sistema yugoeslavo de enseñanza. Existen algunos institutos especializados en los que se dan cursos de ciencias nucleares; esos institutos disponen de excelente equipo y profesorado. El extenso programa de investigaciones nucleares requerirá un número de científicos y técnicos todavía mayor del que se cuenta en la actualidad. Se ha organizado un curso de formación profesional en el manejo y el empleo de radioisótopos.

La escasez de personal competente es un problema bastante común. La concesión de becas del Organismo para la formación profesional, respecto de las cuales la misión ha formulado varias recomendaciones, contribuirá a satisfacer la creciente demanda de personal científico y técnico.

Materiales básicos

Una misión técnica de la Comisión de Energía Atómica de Francia ha empezado la prospección de uranio en el Afganistán con algunos resultados excelentes. Como no es probable que el país necesite pronto uranio para sus actividades nucleares, este problema no presenta necesidad urgente. Las dificultades debidas a la falta de comunicaciones harían que los costos resultasen muy elevados, reduciendo las posibilidades de exportación. Sin embargo, con la ayuda de las Naciones Unidas, se ha establecido un centro geológico que presta valiosos servicios para la formación de personal y que más adelante será útil para los trabajos de prospección.

Actualmente existe poco interés en el Irak por la prospección de materiales básicos nucleares. Ello se debe a la abundancia de los recursos petrolíferos e hidroeléctricos. Un estudio preliminar ha revelado la presencia de uranio en rocas de fosfato. Es poco probable que pueda extraerse uranio, a un costo económico, de estos minerales. Al parecer, no

Miembros de la misión del OIEA durante su visita al Irán



existe ningún otro material nuclear, aunque, como en el caso del Irán, no hay que descartar la posibilidad de producir helio. La Unión Soviética, en ejecución de un acuerdo firmado con el Irak, llevará a cabo un estudio geológico del país y, más adelante, procederá a la prospección de minerales.

La prospección de materiales básicos nucleares en el Irán se limita al uranio. La exploración de minas y descargaderos abandonados ha permitido descubrir minerales radiactivos cerca de Anarak. La prospección se realiza con contadores de centelleo y contadores Geiger transportables. Se está organizando también la prospección aérea. Con la ayuda de las Naciones Unidas, se procede al establecimiento de un centro encargado de efectuar estudios geológicos que facilitarían la prospección de uranio. No es fácil que se descubran materiales básicos nucleares, salvo uranio, aunque quizás sea posible producir helio en los pozos de petróleo.

En Turquía, para la prospección de uranio se emplean métodos de prospección aérea, equipo motorizado y equipo portátil. Aunque existen medios apropiados para efectuar esas operaciones, las instalaciones de laboratorio no son adecuadas para el análisis de las muestras de minerales y la determinación de las características de su tratamiento. La Comisión de Energía Atómica de Francia presta a Turquía una valiosa ayuda para la prospección de uranio. Gracias a los planes de formación profesional en el extranjero, a cargo del Instituto de Exploración e Investigaciones Mineralógicas, el país podrá disponer de un grupo de ingenieros competentes en esta especialidad.

La prospección de uranio está bien organizada en Yugoslavia y goza del apoyo eficaz de los servicios geológicos y de minas. Emplea métodos de prospección aérea, equipo motorizado y equipo portátil. Se han registrado ya algunos éxitos iniciales. Se están realizando trabajos sobre la obtención de uranio a partir de sus minerales, que han llegado a la fase de planta piloto; en esa esfera se están investigando procedimientos muy diversos. El subsuelo del país carece de torio, y su riqueza en minerales de circonio es pequeña. Se está investigando la posibilidad de obtener berilio a partir de los minerales que lo contienen.

Programa de reactores

El Afganistán no proyecta instalar en un futuro próximo ningún reactor de investigación. El personal técnico es muy escaso y tendrá que transcurrir mucho tiempo antes de que se cuente con suficientes técnicos para poner en funcionamiento y aprovechar una instalación de esta índole.

El Irak tiene el propósito de instalar un reactor de investigación cerca de Bagdad dentro de los tres o cuatro próximos años. En virtud de un acuerdo bilateral, la Unión Soviética ayudará al Irak a construir dicho reactor y a formar al personal técnico

necesario, facilitará servicios de especialistas y participará en la construcción de un laboratorio de isótopos. Todavía no se ha decidido el tipo de reactor que se montará. Se prevé que su construcción comenzará en 1961 y que empezará a funcionar en 1963.

El Irán ha firmado un contrato para instalar un reactor de piscina de 5 MW, cuya construcción tenía que comenzar en febrero de este año. Se espera que el reactor alcance la criticidad a fines de 1961 y que las investigaciones puedan empezar a principios de 1962. En virtud de un acuerdo bilateral concluido con los Estados Unidos, el Irán recibirá 350 000 dólares para contribuir a sufragar el costo del reactor. El coste total del Centro de Investigaciones Nucleares excederá de 2 500 000 dólares. La misión estima que el Irán necesita los servicios de un experto en construcción e instalación de reactores y de un especialista en higiene radiofísica aplicada a los reactores.

En el Centro Nuclear de Turquía, situado en las proximidades de Estambul, se está construyendo un reactor de investigación de tipo piscina, de 1 MW, con laboratorios auxiliares; los trabajos de construcción terminarán probablemente en 1961. El centro costará aproximadamente 3 millones de dólares, de los cuales Turquía recibirá 350 000 en virtud de un acuerdo bilateral concertado con los Estados Unidos de América. Dada la considerable escasez de personal especializado, la misión opina que el país podría utilizar con provecho un mayor número de becas del Organismo para investigaciones nucleares. Necesita, además, los servicios de un experto en la utilización de reactores.

El primer reactor yugoeslavo de investigación -un reactor de uranio enriquecido y agua pesada, de 6-10 MW de potencia- alcanzó el estado crítico en el Instituto Boris Kidric de Vinca, cerca de Belgrado. Fue suministrado por la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas en virtud de un acuerdo bilateral, y los científicos e ingenieros yugoeslavos colaboraron activamente en su instalación. Existe también en Vinca un conjunto crítico de agua pesada y uranio natural que no estaba aún en funcionamiento durante la visita de la misión. En otros dos centros importantes, el Instituto Rudjer Boskovic de Zagreb y el Instituto Josef Stefan de Ljubljana, se realiza una importante labor de investigación nuclear. Se está terminando la preparación de un plan a largo plazo para investigaciones nucleares. La misión estima que el Organismo puede colaborar en él concediendo contratos de investigación nuclear, empleando los servicios de científicos yugoeslavos para trabajos en el extranjero y enviando profesores visitantes a los institutos de investigación de Yugoslavia.

Aplicaciones agrícolas de los isótopos

En el Afganistán, la investigación agronómica, aunque de suma importancia para la economía del país, se encuentra en las primeras etapas de desarrollo. La misión aconsejó que la formación en las técnicas nucleares aplicadas a esta especialidad no

empiece hasta dentro de dos años. El Organismo podría entonces ayudar a conseguir que dos agrónomos fuesen al extranjero a fin de estudiar el empleo de las técnicas de trazadores radioisotópicos en los estudios edafológicos.

La Estación Agrícola Experimental de Abu Ghraid constituye el principal centro de investigaciones agrícolas del Irak. El programa de la División Edafológica y de Química Agrícola es el que mejores perspectivas ofrece para la utilización de radioisótopos; a este respecto, la misión apoya la solicitud del Irak para que se le suministre cierta cantidad de equipo y se le faciliten los servicios de un edafólogo. Ese experto podría iniciar un programa de investigaciones mediante radioisótopos.

El Irán dispone de tres centros principales de investigaciones agrícolas que se encuentran cerca de Teherán: el Laboratorio de lucha contra las plagas, de la División de Protección de Vegetales del Ministerio de Agricultura; el Instituto Razi de Vacunas y Sueros, y el Laboratorio Edafológico del Departamento de Irrigación del Ministerio de Agricultura. En el Laboratorio de lucha contra las plagas la misión examinó algunos experimentos preliminares con radioisótopos para estudiar la migración de la plaga que ataca al sen y recomendó que dos miembros del Laboratorio pidieran becas al Organismo para perfeccionarse en su especialidad. El Instituto Razi se propone ampliar las actividades de investigación empleando radioisótopos; la misión recomendó que solicitara becas del Organismo para efectuar investigaciones.

En Turquía, la Universidad de Ankara iniciará un programa de investigaciones sobre nutrición de las plantas y otras cuestiones conexas en un laboratorio de radioisótopos, que se instalará con la asistencia técnica del Organismo. La misión considera excelente el equipo de este laboratorio y opina que dispone de personal calificado para trabajar con el experto cuyos servicios proporcionará el Organismo. En la Universidad Técnica del Oriente Medio, la misión examinó, con un experto de la FAO, una propuesta sobre investigaciones agrícolas con radioisótopos. La misión considera que el Organismo debe conceder un contrato de investigación. Examinó, además, la posibilidad de conceder a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Ankara un contrato para estudiar los efectos de dos graves plagas de langosta.

En Yugoslavia la misión visitó las instalaciones de investigación agronómica de Belgrado y sus alrededores, Zagreb y Ljubljana. Reconoció que el Organismo podría enviar un experto y el equipo necesario para montar un laboratorio radiobiológico en el Instituto de Zemun, Belgrado. En el Instituto de Biología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zagreb se está investigando el problema de la fascioliasis, enfermedad grave del ganado vacuno y lanar. Los radioisótopos pueden servir para estudiar la causa de la enfermedad, y para efectuar experimentos destinados a descubrir medios más eficaces para combatirla. Estos trabajos podría iniciarlos un experto del Organismo. En el Instituto de

Fitocultura y Genética de Zagreb se están efectuando investigaciones sobre la resistencia del maíz, del trigo, de la cebada y del centeno a las enfermedades. El Organismo podría prestar su asistencia a estos trabajos concediendo un contrato de investigación para el estudio de la radioinducción de mutaciones resistentes a las enfermedades.

Aplicaciones médicas

En el Afganistán, los profesores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Kabul han manifestado gran interés por la utilización de los isótopos en la medicina; sin embargo, teniendo en cuenta que el país se enfrenta con problemas médicos más urgentes, la misión aconsejó que se aplazase el establecimiento de un laboratorio de radioisótopos. El país no dispone de equipo radioterápico para el tratamiento interno. La misión estimó que lo más adecuado sería instalar una fuente de radiocesio. Para poner en marcha la instalación y formar radiólogos se requerirán los servicios de un experto en radioterapia por un período de 12 meses.

En 1957 se estableció en el Republic Hospital de Bagdad (Irak) un departamento de radioisótopos que funciona a pleno rendimiento. El Organismo ha adjudicado ya un contrato de investigación a este departamento. La Comisión de Energía Atómica ha consignado los créditos necesarios para adquirir una fuente de cobalto radiactivo; la misión opinó que vendría instalar esta fuente en el Republic Hospital. Un experto del OIEA podría prestar valiosos servicios para ponerla en funcionamiento.

Actualmente no se desarrolla en el Irán ninguna actividad en materia de aplicaciones médicas de los isótopos no encerrados, aunque muchas personas han demostrado un gran interés por las posibilidades de utilización de los isótopos. En general, falta personal competente en ese campo; las becas del Organismo resultarían, por lo tanto, muy valiosas. El centro de reactores, cuya creación se ha propuesto, podría ayudar a los hospitales en sus trabajos con isótopos facilitando servicios para la conservación del equipo electrónico y estableciendo una oficina central de importación y distribución de radioisótopos. Hay una pequeña fuente de radiocobalto en funcionamiento en el Hospital del Cáncer de Teherán. Se comunicó a la misión que el Gobierno del Reino Unido facilitará una fuente de radiocesio, que se instalará dentro de poco en el Hospital Nemazi de Shiraz. No hay duda de que el país necesita más fuentes de teleterapia, pero conviene aplazar su adquisición hasta que se disponga de más personal preparado para utilizarlas.

En Turquía se utilizan fuentes no encerradas de isótopos radiactivos con fines diagnósticos y terapéuticos en la Facultad de Medicina de la Universidad de Estambul y en los laboratorios de isótopos de los Hospitales de Guraba y Haseki. El trabajo es satisfactorio, aunque el equipo es inadecuado. El Reino Unido suministrará equipo adicional. Se proyecta instalar un laboratorio central de radioisótopos en

el Hospital de la Universidad de Ankara, que atenderá a las necesidades de varios departamentos de la Facultad. Durante la visita de la misión, el Instituto Radiológico de la Universidad de Estambul recibió una fuente de radiocobalto; el Hospital del Servicio de Ferrocarriles adquirirá un betatrón para utilizarlo en medicina. Se han solicitado, además, tres fuentes teleterápicas de la United States Cooperation Administration.

En Yugoslavia, para la aplicación en medicina de isótopos radiactivos encerrados y no encerrados, existe una serie de laboratorios muy bien concebidos, especialmente en Belgrado, Zagreb y Ljubljana; estos laboratorios han sido proyectados como centros de toda la labor clínica con isótopos que se realiza en los hospitales. Se tropieza con ciertas dificultades para conseguir un suministro regular de radioisótopos en cantidad suficiente y a precios razonables. En el país hay escasez de equipo para la radioterapia con tensiones muy altas. Existe en Zagreb una unidad de radiocobalto, y se proyecta instalar dos nuevas unidades, una en Belgrado y otra en Ljubljana.

Protección contra las radiaciones

No hay necesidad urgente de establecer medidas de seguridad y protección de la salud en el Afganistán; pero vendría que un físico del país solicitase una beca del Organismo para recibir formación en esas especialidades.

En el Irak, la misión señaló la urgencia del problema de las reglamentaciones en materia de protección radiológica, respecto del cual no se ha tomado decisión alguna. Al solicitar becas del Organismo debería darse prioridad a esa cuestión.

No existe en el Irán ningún plan definido en lo que respecta a la protección radiológica; este problema requiere inmediata atención. Es necesario, además, establecer un servicio de películas dosimétricas. La falta de personal convenientemente preparado constituye una seria dificultad.

En Turquía se observó también gran escasez de especialistas en higiene radiofísica. Un experto del Organismo podría participar en la elaboración de reglamentos de seguridad, en el control de su aplicación y en el establecimiento de un laboratorio de higiene radiofísica. A ese respecto, cabe señalar que el Instituto Radiológico de la Universidad de Estambul ha creado ya un servicio de películas dosimétricas que, de momento, sólo se utiliza para el personal que trabaja con radiaciones en esa institución.

Las autoridades yugoeslavas han prestado gran atención a la posibilidad de establecer un servicio de protección contra las radiaciones que se extenderá por todo el país; se ha establecido la base jurídica necesaria. Además de la labor realizada en materia de reglamentación, se han iniciado ya investigaciones en esta esfera. El Instituto de Investigaciones Médicas de Zagreb tiene el propósito de organizar un curso de formación profesional en higiene radiofísica.

El Organismo podría ayudar a la realización de este proyecto enviando uno o dos profesores visitantes y concediendo becas de formación profesional.

Necesidades energéticas

En el Afganistán la capacidad total instalada es de unos 46 MW, de los que 33 corresponden a energía hidráulica y los restantes a las centrales diesel y térmicas. El consumo anual por habitante es de 6 kWh. En términos generales, el país es pobre en recursos energéticos ordinarios. Su potencial hidráulico conocido es de 2 500 MW. Los yacimientos de carbón (de calidad media) contienen alrededor de 80 millones de toneladas y no se cree que existan reservas de petróleo ni de gas natural. Debido a la topografía, el problema más importante es el de las comunicaciones. El costo del transporte de combustible es elevado; un kWh térmico cuesta más de 60 milésimas de dólar en Kabul, y aún más en otras ciudades. La energía nucleoelectrica podría ser una solución para satisfacer la demanda de electricidad de las regiones más pobladas de difícil acceso. La misión señaló a las autoridades competentes la conveniencia de estudiar la posibilidad de utilizar la energía nuclear en lo futuro para el suministro de electricidad a las regiones aisladas del país. El Ministerio interesado decidió reunir las informaciones necesarias sobre estas regiones y enviarlas al Organismo para que éste las analice.

En el Irak la potencia instalada es actualmente de 250 MW, distribuidos entre centrales diesel y centrales térmicas de petróleo y de gas; el consumo es de 100 kWh por persona y por año. En 1960 quedarán terminadas las nuevas centrales generadoras del norte, del centro y del sur, y la potencia total aumentará hasta 435 MW. El país es sumamente rico en reservas de combustible, calculándose las de petróleo en 4 000 millones de toneladas; la producción de gas es de 200 millones de pies cúbicos por año. Se ha calculado que el potencial hidráulico es superior a 300 MW. Teniendo en cuenta la importancia y el bajo precio de los recursos energéticos tradicionales, no se prevé para un futuro próximo la necesidad de producir energía nucleoelectrica con fines comerciales.

En el Irán, la capacidad total instalada, incluyendo las centrales de la industria del petróleo, es de 360 MW, y el consumo anual por habitante es de 35 kWh. El Irán es uno de los principales países productores de petróleo, siendo sus reservas de seis mil millones de toneladas. Los yacimientos de carbón exceden de 100 millones de toneladas, y la capacidad de los recursos hidroeléctricos se calcula en 5 000 MW. Teniendo en cuenta los abundantes recursos de petróleo y de otros combustibles tradicionales, no será necesario utilizar la energía nucleoelectrica en un futuro próximo.

En Turquía, la capacidad total instalada es de 1 180 MW, distribuidos en 830 MW térmicos y 350 MW hidráulicos. En 1958 el consumo por habitante fue de unos 90 kWh. El país tiene un potencial hidroeléctrico neto de cien mil millones de kWh por año, que hasta ahora casi no se ha explotado. Los recursos térmicos ascienden a 482 millones de toneladas de antracita, 424 millones de lignito y cinco millones de toneladas de petróleo. En vista de que existen abundantes recursos energéticos de tipo tradicional, resulta difícil afirmar que en un futuro próximo la energía nucleoelectrica podrá competir ventajosamente con la obtenida por los medios ordinarios. Sin embargo, se está estudiando detenidamente la situación en la región de Estambul.

A fines de 1958 el total de la capacidad instalada en Yugoslavia era de 1 860 MW, 1 060 MW en centrales hidroeléctricas y 800 MW en centrales térmicas; el consumo por habitante era de 404 kWh. El potencial hidroeléctrico neto es de más de 60 000 millones de kWh por año, del cual sólo se aprovecha actualmente un ocho por ciento. Las reservas de carbón se calculan en 20 000 millones de toneladas de lignito, 2 000 millones de toneladas de hulla parda y 100 millones de toneladas de antracita. Durante el período de la posguerra la producción de energía eléctrica ha experimentado un rápido crecimiento. Como el país posee fuentes tradicionales de energía en cantidad suficiente, no existe el propósito de utilizar comercialmente la energía nucleoelectrica antes de los años 1975-1980. Para 1970 está prevista una central nucleoelectrica experimental.