La información reunida por el Organismo sobre el Sur de Túnez indica que, en el estado actual de la tecnología, sería posible proceder allí a desalinizar el agua del mar, y que se obtendrían considerables economías combinando esta actividad con la producción de electricidad; la fuente de energía sería probablemente un reactor nuclear.

En la actualidad es, pues, poco probable que los procedimientos de desalinización se utilicen para obtener agua destinada al riego, salvo en circunstancias especiales, verbigracia, cuando haya una gran demanda de electricidad a un precio lo bastante elevado para subvencionar el tratamiento del agua. En cambio, cuando los métodos se hayan perfeccionado, las posibilidades de aplicación industrial y doméstica parecen considerables, sobre todo cuando se disponga de amplio margen para aumentar el consumo de electricidad. La construcción de grandes unidades favorecería a la energía nuclear, pero las centrales nucleoeléctricas de grandes dimensiones sólo pueden integrarse en las redes de distribución si la magnitud de su carga básica lo justifica. La tendencia al constante aumento que acusa la demanda de electricidad, y el progreso tecnológico en la esfera nuclear, parecen indicar que la energía nuclear desempeñará con el tiempo una función importante en el abastecimiento de agua.

LA INVESTIGACION PURA EN LOS PAISES EN VIAS DE DESARROLLO

Por Michael. J. Moravesik

El Dr. Moravesik, del Lawrence Radiation Laboratory, de la Universidad de California, fue enviado al Pakistán por el OIEA como profesor invitado. Trabajó sobre física nuclear teórica en el Centro de Energía Atómica de Lahore desde septiembre de 1962 hasta mayo de 1963. En el presente artículo expone algunas de las opiniones personales que formó como fruto de su experiencia.

Hoy en día, la asistencia técnica constituye una actividad muy extendida. Gran número de personas especialmente calificadas en ciencias aplicadas se trasladan a los países en vías de desarrollo para trabajar en proyectos de investigación y fomento, de la misma forma que lo hacen los educadores que participan en el programa Fulbright o en otros programas análogos, es decir, para dar cursos de tipo elemental o medio. En cambio, creo que muy rara vez se ha dado el caso de que una persona especialmente interesada en la investigación pura acuda a uno de esos países para dar enseñanza teórica superior o para hacer investigaciones fundamentales.

Habiendo regresado recientemente a mi país después de una misión de ese tipo que me procuró una experiencia de lo más estimulante e instructiva, recomiendo a quienes estén en condiciones de permitírselo que busquen la oportunidad de pasar por una experiencia semejante.

Lo primero que quiero hacer es demostrar que la enseñanza superior y la investigación pura constituyen una necesidad acuciante en los países en vías de desarrollo. Esto no es evidente, ni mucho menos. En efecto, sé de varios físicos destacados (uno de ellos, por lo menos, galardonado con el Premio Nóbel) que están convencidos de que es prematuro fomentar la enseñanza científica superior y la investigación pura en esos países, y que es mejor esperar todavía unos cuantos decenios. En realidad, ¿por qué un país cuya agricultura sigue empleando tal vez los mismos métodos que hace 2 000 años, cuya producción industrial no es mayor que la de una ciudad de Occidente de mediana población, y cuyas instituciones sociales son las de una era ya pasada, por qué, repito, ha de ocuparse ese país de la investigación pura en la esfera científica?

Razones que justifican la investigación

Permítaseme enumerar algunas de las razones más importantes por las que creo que la investigación pura es de gran valor incluso hoy en día:

Nadie niega que haya una enorme escasez de profesionales de las ciencias aplicadas (tecnólogos) que puedan investigar los problemas económicos y técnicos peculiares de un país. Ahora bien, de la formación teórica de estos especialistas tienen que encargarse personas acostumbradas a ahondar en los principios fundamentales de la ciencia. Esto obedece a que la ciencia pura de hoy se transformará en la ciencia aplicada del porvenir. La formación profesional de un futuro ingeniero especializado en reactores antes de 1940,

o la formación teórica de un futuro especialista en transistores antes de 1950, tenía que correr a cargo de personas que estuvieran en íntimo contacto con las más modernas ramas de la física, por ejemplo, de personas que realizasen trabajos de investigación en esos sectores. De lo contrario, los profesores enseñarán la ciencia de ayer a los científicos de mañana. En los países en vías de desarrollo esto constituye un verdadero problema que podría ilustrar con múltiples ejemplos tomados de mi propia experiencia.

Mi segunda tesis es que como mejor se trabaja en ciencias aplicadas es cuando los investigadores pueden mantenerse en comunicación constante con los que trabajan en investigación pura. La formación y la experiencia de estos últimos tiende a ser cada vez más completa y más amplia (por lo menos en los países en vías de desarrollo, en los que el término "investigación aplicada" se entiende en su acepción más restringida), pues se les forma para que puedan adaptarse más fácilmente a las circunstancias. De esta forma, la persona dedicada a las ciencias puras puede ser a menudo la "eminencia gris" de sus colegas especializados en ciencias aplicadas, sugiriéndoles nuevas modalidades de abordar los problemas o extrapolando soluciones obtenidas en otros sectores científicos. Esta constante colaboración entre quienes se dedican a las ciencias puras y a las ciencias aplicadas se da también con mucha frecuencia en los países adelantados. No obstante, los que más necesitan aprovechar las ventajas de tal colaboración son los países en vías de desarrollo, que tropiezan con mayor número de problemas en las ciencias aplicadas y que atraviesan por circunstancias más difíciles.

Es evidente que, tarde o temprano, todos los países deben tener su propia vida científica en las diversas ramas de las ciencias puras. Admitido esto, hemos de señalar que el hacerse con una arraigada tradición de investigación pura exige mucho tiempo, varias generaciones de científicos. Por eso, del mismo modo que se hacen planes quinquenales en el terreno económico debería estudiarse la posibilidad de confeccionar un plan científico análogo para 50 años. Parte de este plan consistiría en el fomento de la investigación pura -tal vez en pequeña escala- a partir de hoy. En efecto, los científicos jóvenes de hoy serán los maestros dentro de quince años y dirigirán entonces los primeros esfuerzos de otros prosélitos que, a su vez, transcurridos otros quince años, enseñarán a aquellos grupos cuya labor podrá compararse ya con la realizada en los países más adelantados.

El Centro de Energía Atómica de Lahore
(foto Pakistan AEC)

En los países en vías de desarrollo se deja sentir una enorme necesidad de personal directivo con formación científica. Los innumerables proyectos relativos a la protección de la salud, a los procedimientos industriales, a los métodos agronómicos, etc., requieren la dirección de personas que comprendan sus aspectos técnicos y puedan así adoptar decisiones inteligentes. A mi juicio, la mejor forma de atender a la capacitación científica de las personas destinadas a desempeñar esos puestos es proporcionarles formación y experiencia práctica en las ciencias puras. He podido comprobar más de una vez en los países en vías de desarrollo que un solo individuo con personalidad y buena formación basta con frecuencia para marcar el ritmo de desarrollo del país entero en una esfera determinada.

La labor positiva realizada en el terreno de las ciencias puras contribuye enormemente a elevar y reforzar la moral, y no hay que olvidar que una moral elevada es uno de los factores más importantes para el progreso de un país. Por ejemplo, en el Pakistán el nombre de Abdus Salam es familiar incluso para personas que apenas se interesan por la ciencia, y su prestigio sirve de brillante modelo para la juventud pakistana.

Suponiendo que haya sabido justificar la necesidad de fomentar la investigación pura, cabe preguntarse si un país en vías de desarrollo puede permitirse semejante esfuerzo económico. Mi opinión es que sí, que puede hacerlo en una escala más o menos modesta, según corresponda. Los países adelantados invierten en la investigación pura alrededor de una milésima parte de su renta nacional bruta, y creo que los países en vías de desarrollo podrían consagrarle la misma proporción sin sacrificios excesivos.

Formación en el país y formación en el extranjero

He partido del supuesto tácito de que la enseñanza superior debe darse en el propio país. Cabe pregun-

tar por qué, y si no sería posible enviar al extranjero a todos los científicos de un país para que recibiesen dicha enseñanza. Estudiemos el asunto:

En primer lugar, la mayoría de los países en vías de desarrollo tienen muy pocas divisas y no pueden permitirse el lujo de gastarlas formando en el extranjero a sus nacionales cuando pueden hacerlo en el país. La formación en el extranjero cuesta mucho. Sólo se cuenta con pocas becas para estudiar fuera del país, pues los fondos destinados a este fin son bastante limitados. Por eso, una vez superadas las primeras etapas del desarrollo del país, que es cuando hay que formar a centenares de científicos, las becas resultan insuficientes.

Por otra parte, las instituciones de enseñanza superior de los países occidentales reciben ya demasiadas solicitudes de becas de sus propios nacionales y muy bien puede darse el caso de que, aun cuando se le trate en las mismas condiciones que a sus compañeros de Occidente, un candidato de otro país se vea rechazado. Este es un problema que se va agudizando cada vez más.

La mejor forma de crear una verdadera tradición científica es tener en el país de que se trate un centro en el que puedan trabajar juntos profesores y alumnos, en el que se coordinen de una vez para siempre los problemas de instrumental y las técnicas de trabajo, y en el que se instaure una verdadera continuidad. En efecto, cuando los estudiantes acuden a centros de enseñanza muy diversos para luego caer en un ambiente totalmente distinto, resulta mucho más difícil constituir un grupo eficaz de investigadores. De esto me he podido dar cuenta perfectamente al visitar diversos centros de investigación de países insuficientemente desarrollados.

Vivir en el extranjero y regresar más tarde a su país suele plantear muchos y muy diversos problemas de reajuste. Hay estudiantes que no pueden dar su máximo rendimiento en los países occidentales por problemas de tipo personal; otros, en cambio, trabajan fuera muy bien, pero poco a poco se van despegando de su país y acaban por no volver a él. Otros regresan a su país pero, una vez en él, se sienten frustrados y fuera de lugar, que es exactamente lo que les hubiera pasado de haber permanecido en Occidente. Todos estos problemas son ajenos a la ciencia, y la mejor manera de evitarlos es dando formación y enseñanza superior en el propio país.

Después de abogar por el fomento de la investigación pura y de la enseñanza superior en un país en vías de desarrollo, procuraré demostrar ahora por qué un país en esas condiciones necesita tanto que otros países le envíen expertos para que se dediquen durante un año aproximadamente a trabajar en un centro de investigación pura. ¿Cuál será la aportación del experto?

El experto informará sobre los últimos progresos de la ciencia, sobre los nuevos métodos de investigación y sobre las nuevas tendencias, rompiendo así ese aislamiento que constituye uno de los principales obstáculos con que suele tropezar un centro de investigación. Una serie de conferencias de nivel elevado, varias reuniones en plan de simposio y la colaboración con investigadores del país en temas determinados pueden contribuir mucho a estimular y modernizar la labor de la institución.

Una característica notable de la vida científica de los países en vías de desarrollo es la juventud de la mayoría de sus investigadores; esto origina una acuciante necesidad de jefes de grupo, de iniciadores de investigaciones, de "eminencias grises" que puedan guiar a los jóvenes graduados hasta que éstos, después de cinco o de diez años de ir acumulando experiencia, se encarguen de dirigir las investigaciones. De esta forma, un investigador occidental con experiencia como investigador independiente puede obrar milagros en el aprovechamiento de la capacidad científica del personal local, que de otro modo podría desperdiciarse en un estancamiento inútil.

Es probable que un investigador occidental, aun cuando no se interese especialmente por la organización de la labor científica, tenga cierta idea de cómo funciona un centro superior de investigaciones. En efecto, un experto de Occidente puede asesorar a los científicos del país sobre cuestiones tales como la formación profesional, los planes de estudio, las prácticas de biblioteconomía, la organización de simposios, la forma de atraer a especialistas extranjeros en visitas de corta duración (aspecto de especial importancia para la vida de estas instituciones), la organización del intercambio de trabajos antes de publicarlos y otras muchas cuestiones.

Un experto occidental, además de desarrollar todas estas actividades que podríamos calificar de muy concretas, representa -mucho más allá de los límites de su verdadera estatura científica- un motivo de aliento y una fuente de moral, cosas que, como ya he dicho, tienen suma importancia. Por ejemplo, cuando se trata de la difícil cuestión de convencer a los jóvenes graduados para que vuelvan a su país de origen, el saber que allí se encuentra un experto occidental puede ser para ellos un factor decisivo. Esta forma de apreciar la situación es muy importante para el éxito de las instituciones jóvenes.

El experto

Permítasenos ahora enfocar la cuestión desde el punto de vista del propio experto. Lo que yo propongo es que los investigadores abandonen durante un año su labor ordinaria para dedicarse a las actividades

Discusión sobre física teórica bajo la presidencia del Profesor Moravesik (foto Pakistan AEC)

que he indicado. Ahora bien, ¿redundará esto en perjuicio de su carrera científica?

Estoy persuadido de que si el experto elige cuidadosamente la institución en que desea trabajar, escoge el momento adecuado y prepara concienzudamente su estancia en el extranjero, ésta no sólo no será perjudicial para su carrera sino que resultará beneficiosa.

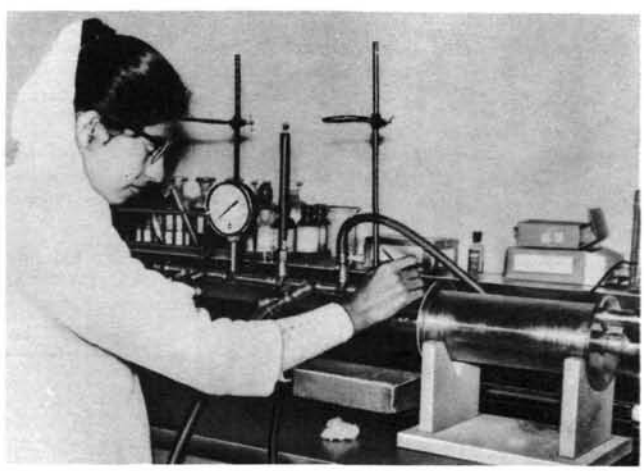
En efecto, en la institución trabajarán investigadores con una preparación mínima, es decir que existirá ya el núcleo necesario para desarrollar una labor de investigación superior. Esto quiere decir que habrá unos cuantos colegas con interés y ganas de cooperar, que podrán manifestar sus opiniones y difundir al mismo tiempo las ideas del experto. El centro debe contar también con un mínimo de instalaciones y medios materiales -equipo de experimentación, despachos, biblioteca- y con personal auxiliar. Por lo que respecta a la biblioteca, el experto deberá cerciorarse de que en su nuevo lugar de trabajo recibe los textos de sus trabajos antes de su publicación, y podrá incluso intensificar durante el año sus "comunicaciones privadas" con otros científicos. El equipo experimental no suele constituir el problema más grave; por lo general resulta más fácil obtener dinero para adquirir equipo que para otros fines, y también es más fácil procurarse fondos que conseguir personal con formación profesional.

El experto dispondrá de tiempo suficiente para dedicarse a sus propias investigaciones, y podrá proseguir los trabajos sobre problemas concretos que haya preparado o iniciado en la institución en que estaba. La estancia en el extranjero da a un científico teórico, e incluso a un investigador experimental, la oportunidad de iniciarse en un nuevo sector científico o de ampliar sus conocimientos en el suyo propio. En los centros importantes de física, donde reina gran actividad, el científico siente a veces el deseo de encontrar un ambiente de paz y tranquilidad que le permita trabajar sistemáticamente y a fondo para ponerse al día en su especialidad. En mi caso particular, parte del tiempo de que disponía lo dediqué precisamente a esto y puedo decir que en Lahore conseguí mejores resultados que los que hubiera podido lograr en California.

¿Cómo debe prepararse una visita de este tipo a un país en vías de desarrollo? Para quienes se interesan principalmente por la investigación, la obtención de fondos para esta clase de visitas no está tan bien organizada como cuando se trata de enviar expertos en ciencias aplicadas o educadores. No obstante, son varias las organizaciones que patrocinan actividades de este tipo. Una de ellas es el Organismo Internacional de Energía Atómica, que ayuda a los expertos cuando se lo pide el gobierno invitante, en cuyo caso las diversas candidaturas tienen que coordinarse con las peticiones de los países beneficiarios. También se interesan por estas cuestiones el Departamento de Estado de los Estados Unidos y la U.S. National Science Foundation. Una buena solución consiste en aprovechar las vacaciones especiales (como, por ejemplo, las que tienen los profesores universitarios de los Estados Unidos, que cada siete años de servicios tienen un año libre); muchos de los países en vías de desarrollo más adelantados están dispuestos a mejorar el sueldo que el experto percibe durante ese año de permiso con subsidios abonados en moneda del país, y tal vez incluso a pagarle el viaje en un avión de las líneas aéreas nacionales.

Como es natural, organizar un viaje de este tipo es más complicado que irse de viaje a Europa, y la correspondencia cruzada y los demás preparativos llevan más tiempo. Por eso no tiene nada de exagerado empezar a preparar el viaje año y medio antes de la fecha prevista para la partida.

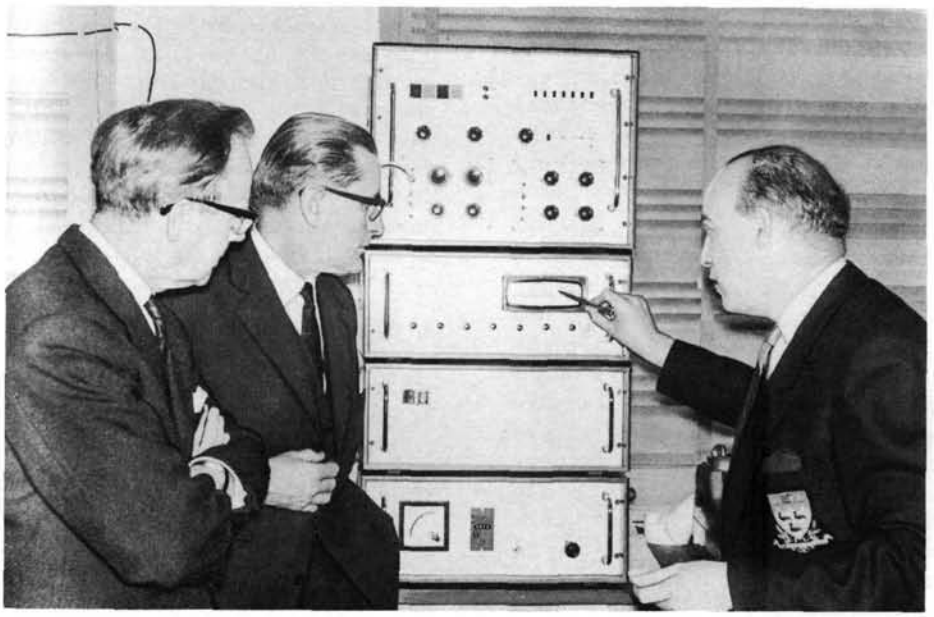
Contador proporcional diseñado y construido en el Centro de Energía Atómica de Lahore (foto Pakistan AEC)



La imagen que he esbozado sería incompleta si no mencionara las ventajas de carácter no científico. Para muchos de nosotros, sumergidos como estamos en el ambiente académico, es una experiencia extraordinaria el enfrentarse con los problemas prácticos que plantea la ayuda al exterior, la opinión mundial, la idea que de nosotros tienen los demás, la oposición entre la democracia y los regímenes totalitarios, etc. A todo esto hay que añadir otro problema: el del contacto directo con culturas totalmente distintas de la nuestra, y el del trato con quienes intentan adaptar su comportamiento personal a dos tipos de vida diversos.

A título de resumen insistiré una vez más en que la finalidad del presente artículo es convencer al lector de que si un científico dedicado a la investigación pura pasa un año o dos en un país en vías de desarrollo, cooperando en el fomento de las ciencias puras, presta con ello un servicio de incalculable valor a ese país y, al mismo tiempo, su estancia en él le beneficiará como hombre de ciencia y como ser humano.

DONATIVO DE FINLANDIA



Aparato para el análisis de las radiaciones nucleares, de un valor de 19 000 dólares, donado por Finlandia al OIEA; la entrega la hizo el 22 de enero el Sr. Otso Wartiovaara, Embajador de Finlandia, al Sr. Sigvard Eklund, Director General del OIEA, en el laboratorio del Organismo en Seibersdorf.

El aparato, un analizador de 512 canales construido en Finlandia, se utilizará en los proyectos importantes emprendidos por el Organismo en Seibersdorf, como los de normalización de radionúclidos, las investigaciones agronómicas y los trabajos de análisis solicitados por los Estados Miembros.

De izquierda a derecha, el Dr. Eklund, el Sr. Wartiovaara y el Profesor Leo Yaffe, de la División de Investigaciones y Laboratorios del Organismo.