

Aplicación de técnicas nucleares para la protección ambiental: Un sistema mundial de investigaciones

Mediante el programa de contratos de investigación del OIEA, institutos científicos de docenas de países colaboran en el estudio de problemas ambientales de interés común

En la actualidad, los principales problemas relacionados con la protección ambiental adquieren dimensiones cada vez más universales. Estos problemas, que abarcan entre otros la lucha contra la contaminación, el conocimiento de los cambios climáticos y la necesidad de evitar los efectos perjudiciales derivados del uso de plaguicidas y otros productos agroquímicos, atañen al medio terrestre y marino y al ciclo de nutrición, y, por consiguiente, afectan a todos los seres humanos.

En diversas esferas, los científicos están aplicando técnicas nucleares, radiactivas e isotópicas para estudiar los problemas mundiales del medio ambiente.

Por ejemplo, las técnicas analíticas nucleares permiten aplicar métodos muy sensibles y precisos para analizar las cantidades de trazas de contaminantes. La tecnología de las radiaciones puede aplicarse para disminuir los niveles de algunos contaminantes presentes en el agua y las emisiones industriales. Los isótopos resultan ideales para determinar tres aspectos esencialmente relacionados con el medio ambiente: el tipo, la trayectoria y la concentración de la contaminación; sus causas; y las posibles medidas correctivas que se podrían adoptar para evitarla o mitigarla. Los compuestos marcados con un isótopo pueden detectarse en cantidades muy pequeñas, por lo que son insustituibles para examinar diversos procesos ambientales.

Para aplicar esas técnicas en la investigación ambiental, muchas veces los países suelen aunar sus esfuerzos por conducto del programa de contratos de investigación del OIEA. Este programa sirve de mecanismo de coordinación central para vincular a centros de investigación, laboratorios, universidades e institutos científicos interesados en estudiar y solucionar problemas concretos.

Actualmente el Departamento de Energía y Seguridad Nucleares del Organismo, el Departamento de Investigaciones e Isótopos, por conducto de sus Divi-

siones de Ciencias Biológicas, Ciencias Físicas y Químicas, la División Mixta del OIEA y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación, así como los laboratorios del Organismo en Seibersdorf y México, tienen en ejecución unos 130 programas coordinados de investigación (PCI). La mayor parte de los proyectos están relacionados con cuestiones ambientales. Además, se proyecta emprender en breve otros diversos PCI. (*Véanse los cuadros.*)

por Teresa Benson-Wiltschegg

Sinopsis del programa de contratos de investigación

El programa de contratos de investigación del Organismo se concibió para promover progresos en la esfera del conocimiento científico; ayudar a los países en desarrollo, siempre que sea posible, a aumentar su participación en las investigaciones nucleares; y coordinar las investigaciones del Organismo con las de los centros nacionales.

Todos los años, en noviembre, se envía a los Estados Miembros una relación pormenorizada de los temas que abarca el programa y se les invita a presentar propuestas de investigación. En esa relación se detallan las líneas de actividad aprobadas por los órganos rectores del Organismo para el año siguiente.

En virtud del programa, el Organismo suscribe contratos y concierta acuerdos gratuitos con centros de investigación, laboratorios, universidades y otras instituciones de los Estados Miembros para ejecutar proyectos de investigación vinculados a sus programas científicos.

En estos momentos se está prestando apoyo a investigaciones en esferas que incluyen la protección del medio ambiente, la tecnología nuclear, las aplicaciones de radisótopos y radiaciones, y la protección de las personas contra las radiaciones ionizantes. Anualmente la Secretaría examina la importancia relativa que se concede a cada tema y la selección de temas concretos en cada esfera, prestando la debida atención a la contribución de los Estados Miembros

La señora Benson-Wiltschegg es jefa de la Sección de Contratos de Investigación del Departamento de Investigaciones e Isótopos del OIEA.

(expertos, consultores, grupos consultivos, etc). El programa está orientado, en la medida posible, hacia temas de investigación que interesan concretamente a los países en desarrollo. De ser factible, se otorgan contratos a los institutos de países en desarrollo.

Con arreglo a los temas de investigación convenidos, los científicos del Organismo hacen las propuestas de PCI que luego son revisadas en el OIEA. Una vez adoptada la decisión de crear un PCI, el miembro del personal científico que elaboró la propuesta pasa a ser el funcionario a cargo del proyecto que atenderá todas las cuestiones técnicas relacionadas con el PCI, establecerá contactos con los institutos interesados, supervisará la marcha de las actividades, evaluará todos los informes y asegurará una amplia difusión de los resultados.

Las propuestas de contratos de investigación surgen del Organismo o de un instituto que suele ser una organización de investigación sin fines de lucro. En cualquiera de los casos, es preciso presentar al OIEA una propuesta oficial. Se invita a los institutos de investigación a que presenten sus propuestas directamente al OIEA sin recurrir a los órganos gubernamentales. El Organismo examina minuciosamente todas las propuestas que recibe.

Una vez examinada en detalle la propuesta y adoptada la decisión de contribuir a la financiación del proyecto, se prepara un contrato de suma fija con participación en los costos. Aunque las cantidades que se asignan son modestas, —el promedio actual es de unos 5000 dólares anuales por contrato— el ímpetu que proporcionan puede ser mucho más valioso, ya que por lo general el apoyo del OIEA atrae otras formas de asistencia importantes para el proyecto. Se estipula el pago de determinadas sumas cuando los resultados de las investigaciones se presentan conforme a un programa de trabajo establecido. Cada contrato se otorga en la inteligencia de que una persona específica del instituto beneficiario, mencionada en el contrato, actuará como Investigador Científico Principal, y asumirá personalmente la responsabilidad por los trabajos previstos en éste, incluidas la coordinación con el Organismo y la preparación de todos los informes pertinentes.

En todos los contratos se estipula que la información y todos los productos (por ejemplo, los mutantes vegetales, los métodos de química analítica, la instrumentación, los códigos de computadoras y demás) que se obtengan con arreglo al contrato deberán ponerse al alcance de todos los Estados Miembros. Usualmente los contratos se suscriben por el término de un año y son prorrogables por un plazo de uno o dos años más.

A diferencia de los contratos de investigación, que siempre suponen una remuneración financiera, el OIEA tiene la opción de concertar acuerdos de investigación, que son parecidos a los contratos y básicamente se administran de la misma forma, pero no entrañan la dotación de fondos. En virtud de esos acuerdos, el instituto se compromete a presentar un informe técnico sobre un tema de investigación específico a cambio de que el OIEA patrocine oficialmente intercambios de información y participe en ellos, así como en las reuniones que organice con otros institutos comprendidos en el PCI. Por lo general, los acuerdos de investigación se otorgan a institutos de países desarrollados. Además de su

utilidad para los otros institutos participantes en el PCI, los titulares de estos acuerdos se benefician con el acceso a toda la información utilizada y obtenida en el marco del PCI y adquieren conocimientos más profundos sobre problemas importantes.

Una vez establecido un PCI, la práctica corriente es seleccionar los grupos de investigación de entre un promedio de 10 a 12 institutos para que participen en el programa, cuya duración oscila entre tres y cinco años.

Aspectos y objetivos comunes

Con independencia del campo de investigación, todos los PCI tienen algunos rasgos comunes. Como los institutos de los países desarrollados trabajan en estrecha coordinación con los de los países en desarrollo, todos los participantes se sienten movidos a realizar una labor que produzca nuevos resultados de investigación y a aplicarlos en función de las necesidades de sus países.

La cooperación entre institutos cuenta con el fuerte respaldo y apoyo de las Reuniones para la Coordinación de Investigaciones que el OIEA financia para los titulares de los contratos y acuerdos y que se celebran periódicamente según convenga al PCI de que se trate. En esas reuniones, se examinan detenidamente los progresos alcanzados por el PCI y se determina el rumbo futuro de los trabajos. En la reunión final, todos los participantes analizan y evalúan los resultados y, según proceda, formulan recomendaciones para trabajos futuros en la especialidad.

El OIEA hace mucho hincapié en que los propios contratistas publiquen en la literatura científica general los resultados de los trabajos realizados en virtud de los contratos de investigación, además de incluirlos en las publicaciones del Organismo, por ser la forma más directa de hacerlos llegar a otros científicos interesados en la materia. El funcionario de proyectos del Organismo que atiende el PCI prepara los resúmenes de los informes finales de los contratistas. Las conclusiones de esos informes pueden aparecer en publicaciones externas o del OIEA.

El Organismo también puede responder a las propuestas de los institutos para participar en el programa suscribiendo contratos individuales no relacionados con un PCI. Una pequeña parte de los fondos disponibles se destina a financiar proyectos individuales que, aunque no corresponden a un PCI determinado, abordan temas que figuran en el programa científico del Organismo.

Tradicionalmente la mayoría de los PCI, al igual que los demás contratos individuales suscritos en el marco del programa, ha apoyado el fomento de investigaciones sobre las aplicaciones nucleares en la agricultura, la medicina y las ciencias físicas y químicas. Hoy día, aproximadamente las tres cuartas partes de las actividades de los programas de contratos de investigación están relacionadas con investigaciones en estas esferas.

En un informe preparado recientemente por la Dependencia Común de Inspección de las Naciones Unidas en que se evalúa la labor de las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, se afirma

que, en ese contexto, el programa de contratos de investigación es probablemente la actividad de cooperación más importante. Asimismo, se reconoce su constancia y éxito en la solución de problemas de gran importancia científica y económica relacionados con el programa general de trabajo del Organismo. También se pone de relieve la alta calidad de las propuestas de investigación, la competencia del personal de la red de investigaciones y los vínculos existentes entre investigadores de países en desarrollo y de países desarrollados, quienes trabajan en los proyectos en forma de equipo por períodos de hasta cinco años.

Relación con los programas de cooperación técnica

En virtud del programa de contratos de investigación, el OIEA desempeña una función activa en la promoción de la aplicación de la ciencia y la tecnología nucleares para resolver los problemas del mundo en desarrollo. Dicha función se centra en la creación de capacidades en las universidades e institutos de los Estados Miembros y pone énfasis en el desarrollo de los recursos humanos de esos institutos.

Los principales aspectos que se tienen en cuenta para recomendar el otorgamiento de un contrato de investigación son el valor científico del proyecto y la capacidad del instituto y de su personal científico para concluir satisfactoriamente las investigaciones pertinentes. Los institutos seleccionados para participar en el programa deben disponer de las instalaciones y del personal necesarios cuando se asigne el contrato. Está previsto que estas asignaciones, relativamente pequeñas, cubran una parte de los gastos de personal y determinadas partidas más pequeñas de suministros o equipo destinados a la ejecución del proyecto. Al adoptar las decisiones también se tienen presentes los anteriores trabajos de investigación relacionados con el proyecto propuesto y, en especial, la compatibilidad del proyecto con las funciones del propio Organismo y sus programas aprobados.

Los PCI que se ejecutan con arreglo al programa de contratos de investigación están orientados a la solución de problemas concretos, mientras que las actividades que se apoyan en virtud del programa de cooperación técnica (CT) pueden incluir capacitación o infraestructura en relación con técnicas generales.

Aunque el Organismo hace todo lo posible por estimular la participación de institutos de un gran número de países, se comprueba debidamente que, en principio, esos institutos están en condiciones de llevar a cabo las investigaciones previstas si reciben el apoyo necesario en virtud del contrato.

Uno de los objetivos secundarios del programa de contratos de investigación es estimular la "continuidad" en los institutos que han recibido asistencia con arreglo al programa de CT. Por otra parte, en algunos casos la asignación de un contrato de investigación puede dar lugar a una solicitud de asistencia técnica. A este fin, el Organismo ha establecido un mecanismo interno de enlace entre el programa de contratos de investigación y los proyectos de cooperación técnica a fin de asegurar la coordinación más

Programa coordinado de investigación	Países participantes
Agricultura y alimentación	
<ul style="list-style-type: none"> ● Estudios sobre el comportamiento del DDT en los medios tropicales con el empleo de radiotrazadores ● Efectos adversos del uso de plaguicidas organoclorados en la flora y la fauna del continente africano ● Rendimiento de los herbicidas en hierbas y setos vivos 	<p>Estados Unidos de América, Filipinas, Indonesia, Kenya, Nigeria, Pakistán y República Unida de Tanzania</p> <p>Alemania, Argelia, Egipto, Estados Unidos de América, Ghana, Nigeria, Reino Unido, República Unida de Tanzania, Suecia, Uganda, Zambia y Zimbabwe</p> <p>Colombia, Estados Unidos de América, Filipinas, India, Indonesia, Pakistán, Reino Unido, Sudán y Tailandia</p>
Programas futuros:	
<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Uso de técnicas nucleares para optimizar las aplicaciones de fertilizantes en el trigo de regadío a fin de aumentar el uso eficiente de los fertilizantes y, en consecuencia, reducir la contaminación ambiental</i> ● <i>Efectos agroecológicos producidos por el uso de plaguicidas persistentes en América Central</i> ● <i>Determinación de la distribución, el destino final y los efectos de los plaguicidas en la biota del medio marino tropical con el empleo de trazadores radiomarcados (Ejecutado conjuntamente con el Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino emplazado en Mónaco)</i> 	
Ciencias Biológicas	
<ul style="list-style-type: none"> ● Metodologías para el cálculo comparativo de la carcinogenicidad de los contaminantes químicos y las radiaciones liberados durante los ciclos de la energía proveniente de combustibles fósiles y la de origen nuclear ● Evaluación de la exposición al mercurio en el medio ambiente en poblaciones humanas seleccionadas, estudios mediante técnicas nucleares y de otra índole ● Investigaciones aplicadas de la contaminación atmosférica usando técnicas analíticas relacionadas con la energía nuclear 	<p>Austria, Estados Unidos de América, Hungría y Polonia</p> <p>Brasil, Chile, China, Eslovenia, Hungría, India, Indonesia, Italia, Malasia, República Checa y Vient Nam</p> <p>Argentina, Australia, Bangladesh, Bélgica, Brasil, Chile, China, Eslovenia, Estados Unidos de América, Hungría, India, Kenya, Paraguay, Portugal, República Checa, Tailandia y Turquía</p>
Ciencias físicas y químicas	
<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicación de técnicas nucleares para la preservación del medio ambiente en la extracción y el tratamiento de recursos ● Tratamiento de los gases de combustión por irradiación ● Técnicas analíticas nucleares en los estudios de la contaminación atmosférica y de las aguas superficiales — ARCAL ● Técnicas nucleares para evaluar los procesos de recuperación de los daños provocados por contaminantes en el medio ambiente 	<p>Australia, Canadá, China, Egipto, Indonesia, Polonia, y Portugal</p> <p>Alemania, Belarús, Dinamarca, Israel, Italia, Japón, Polonia y Rusia</p> <p>Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela</p> <p>China e India</p>

Programa coordinado de investigación Países participantes

Laboratorios del OIEA en Seibersdorf

- Desarrollo y selección de técnicas analíticas y procedimientos para medir los radionucleidos liberados accidentalmente en el medio ambiente
- Brasil, Canadá, China, Hungría, República Árabe Siria, Suecia y Ucrania

Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino

- Fuentes de radiactividad en el medio ambiente marino y sus aportes relativos a la evaluación general de dosis debida a la radiactividad marina
 - Aplicación de técnicas de trazadores al estudio de procesos y de la contaminación en el Mar Negro (Ejecutado conjuntamente con la División de Ciencias Físicas y Químicas)
- Alemania, Australia, Canadá, China, Dinamarca, Estados Unidos de América, Filipinas, Francia, India, Italia, Polonia, Portugal, Rumania y Suecia
Bulgaria, Federación de Rusia, Rumania, Turquía y Ucrania

Programas futuros:

- *Determinación de la distribución, el destino final y los efectos de los plaguicidas en la biota del medio marino tropical utilizando trazadores radiomarcados (Ejecutado conjuntamente con la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación)*
- *Uso de técnicas nucleares e isotópicas en estudios retrospectivos de los arrecifes coralinos; consecuencias para las investigaciones sobre el clima, los cambios en el medio ambiente mundial y la contaminación costera*

Seguridad nuclear

Programas futuros:

- *El efecto radiológico del accidente de Chernobil en países vecinos de la Comunidad de Estados Independientes*
- *Transferencia de radionucleidos al hombre en el medio tropical y el subtropical*

Ciclo del combustible nuclear y gestión de desechos

- Validación de modelos para la transferencia de radionucleidos en los medios terrestre, urbano y acuático urbano y acuático
- Alemania, Bélgica, Canadá, Chile, Dinamarca, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Finlandia, Francia, Hungría, Italia, Polonia, Reino Unido República Checa, Rumania y Ucrania

Programa futuro:

- *Descontaminación, regeneración del medio ambiente y gestión de los desechos resultantes*

que continúa después con su participación en el programa de contratos de investigación. Una vez que los institutos reciben capacitación o asesoramiento en virtud del programa de CT, muchas veces quedan en condiciones de participar en el programa de contratos. Por tanto, los conocimientos especializados que adquieren inicialmente al participar en programas de CT los preparan para que se beneficien además de la labor de investigación llevada a cabo en el marco del programa de contratos de investigación. Y a la inversa, la culminación de un contrato de investigación puede dar lugar a una solicitud de capacitación adicional en virtud de un programa de CT orientado a poner un instituto en condiciones de realizar investigaciones más complejas y aplicar los resultados de la investigación ya efectuada.

La relación entre ambos programas es también complementaria en lo que respecta al suministro de equipo y el establecimiento de laboratorios. El establecimiento de un laboratorio que ayude a un instituto de un Estado Miembro a llevar a cabo determinadas investigaciones puede ser el requisito que condicione su participación en el programa de contratos de investigación. Esa participación podría dar lugar después a que, con arreglo al programa de CT, el instituto solicitara un equipo de gran tamaño necesario para proseguir la labor iniciada en virtud de un contrato de investigación. En términos más generales, los contratos de investigación individuales, al igual que los PCI, suelen formar parte de proyectos regionales e interregionales de CT y constituyen una vía más para la participación de los institutos en estos proyectos.

En los últimos 10 años el Organismo ha financiado, con cargo a su presupuesto ordinario, actividades de programas de contratos de investigación en institutos de los Estados Miembros por un valor de 32,7 millones de dólares. Además de los fondos del presupuesto ordinario suministrados, el aumento de los fondos extrapresupuestarios recibidos de los Estados Miembros para proyectos concretos permitió al programa crecer considerablemente durante un período en que el presupuesto ordinario del OIEA no experimentó crecimiento real. En 1992, más de 5,3 millones de dólares en fondos del presupuesto ordinario y extrapresupuestario se usaron para realizar actividades del programa de contratos en institutos de 96 Estados Miembros. Las evaluaciones de 11 PCI concluidas el año pasado indican que se han alcanzado grandes logros en el marco de este programa, y que toda la información y los conocimientos generados se han difundido ampliamente entre los Estados Miembros del Organismo.

En cada número del *Boletín del OIEA* se anuncian nuevos PCI y se invita a los institutos de todos los Estados Miembros a que presenten sus propuestas de participación. Además de los PCI que se mencionan en el presente trabajo, se prevé que durante 1993 el Organismo apruebe y emprenda varios PCI nuevos relacionados con cuestiones ambientales.

estrecha posible de las actividades de ambos programas.

En particular, la capacitación de los científicos dentro del marco del programa de CT está directamente relacionada con el apoyo y la orientación que reciben los científicos participantes en el programa de contratos de investigación. Las actividades de CT, incluidas la concesión de becas, la participación en cursos de capacitación y la prestación de servicios de expertos, a menudo constituyen un primer paso en la cooperación de algunos institutos con el OIEA,