

VOL.42, Nr.4, 2000  
VIENA, AUSTRIA

**OIEA**

# BOLETIN



REVISTA TRIMESTRAL DEL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

## UN DEBATE VERDE



A GREEN DEBATE

UN ECODEBAT

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕБАТЫ

جدال أخضر

绿色辩论

## WORLD OF RESOURCES

WORLDATOM has become a timely and reliable resource about the IAEA and nuclear developments in Member States.

"...expansive UN Web resource, hosted by the International Atomic Energy Agency...This site is thorough in every respect."  
*British Broadcasting Corporation (BBC)*  
[www.bbc.co.uk/webguide](http://www.bbc.co.uk/webguide)

"...the International Atomic Energy Agency, a powerful group."  
*Yahoo!, the Internet Directory & Web Guide*  
[www.yahoo.com/new/981030.html](http://www.yahoo.com/new/981030.html)

"WORLDATOM gathers a host of resources...into one easily navigated site."  
*The Scout Report, the Internet Guide to Resources*  
<http://scout7.cs.wisc.edu/00008606.html>

1997 Editor's Choice Award to [www.iaea.org](http://www.iaea.org) for high quality site  
*LookSmart, Web Directory subsidiary of Readers Digest*  
[www.looksmart.com](http://www.looksmart.com)



[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

ABOUT THE IAEA PROGRAMMES  
JOBS BOOKS MEETINGS



International Atomic Energy Agency  
Division of Public Information  
P.O. Box 100  
Wagramer Strasse 5  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone: (+43-1) 2600-0  
Facsimile: (+43-1) 2600-29610  
Email: [worldatom@iaea.org](mailto:worldatom@iaea.org)

## THE "NUCLEAR WORLD"



Global issues and development  
"nuclear world" are re  
perspectives in areas  
and verification in the  
Annual Report. The  
overviews and a det  
figures ( ) on Agency program

## EN ESTA EDICION

### **EN DEBATE SOBRE EL EFECTO INVERNADERO**

Cuestiones de energía: mayor importancia en programa sobre calentamiento atmosférico

2

### **LA SEGURIDAD DEL SUMINISTRO ENERGETICO**

El Libro Verde de la Comisión Europea estimula el debate

6

### **LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN TIEMPOS DE CAMBIO**

El desarrollo de la energía nuclear enfrenta seis retos  
*Por Mohamed ElBaradei*

9

### **ECOLOGIA DEL MAR NEGRO**

Investigación de la contaminación del medio ambiente marino de Turquía  
*Por Sayhan Topcuoglu*

12

### **LOS INSTRUMENTOS Y SERVICIOS ADECUADOS**

Servicios de instrumentación del OIEA para aplicaciones nucleares  
*Por Andrzej Markowicz, Miklos Gardos, Stefan Hollenthoner,  
y Stanislaw Wierzbinski*

15

### **SELLOS DEL DESARROLLO**

Sellos de correo destacan historia del uranio  
*Por Fathi Habashi*

19

### **CAMINOS HACIA EL NUEVO SIGLO**

Puntos de vista sobre el desarrollo nuclear 20 años atrás

22

### **COMPARACION DE RIESGOS DE ACCIDENTE EN DIFERENTES SISTEMAS ENERGETICOS**

Observaciones de especialistas rusos

27

### **SECCIONES FIJAS DEL BOLETIN DEL OIEA**

Resumen internacional de noticias... Datos estadísticos... Puestos vacantes...  
Libros... Reuniones

33

# EN DEBATE SOBRE EL EFECTO INVERNADERO

## CUESTIONES DE ENERGÍA : MAYOR IMPORTANCIA EN PROGRAMA SOBRE CALENTAMIENTO ATMOSFERICO

**E**n La Haya, en noviembre de 2000, se suspendieron, tras dos semanas de intensos debates, las cruciales conversaciones sobre las políticas y las medidas relativas al cambio climático, en particular, sobre las formas de reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Ahora, los países procuran reanudar las negociaciones, en junio de 2001, posiblemente en Bonn, Alemania.

Jon Pronk, Ministro de Medio Ambiente de los Países Bajos y Presidente de la Sexta Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CoP-6), declaró que resulta extremadamente decepcionante que los líderes políticos no pudieran formular ni ultimar las directrices para la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero, en especial cuando el público tenía tantas esperanzas. El Sr. Pronk cree, sin embargo, que persiste la voluntad política necesaria para el triunfo y que continúa confiando en que los países podrían concertar un acuerdo que se traduzca en acciones eficaces que permitan limitar las emisiones y proteger a los países más vulnerables contra las consecuencias del calentamiento atmosférico.

Las esperanzas eran muchas porque la CoP-6 tenía como propósito establecer los detalles operacionales de los compromisos para la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero, contraídos en virtud del Protocolo de Kyoto de 1997, así como de la ejecución del Plan de Acción de Buenos Aires, aprobado en 1998. Conforme al Protocolo de Kyoto, los países industrializados acordaron fijar restricciones de carácter vinculante respecto de sus emisiones de gases de efecto



invernadero para el período comprendido entre los años 2008 y 2012. También estuvieron de acuerdo con tres "mecanismos de flexibilidad", que establecerían un "mercado" para las reducciones de los gases de efecto invernadero, con un reglamento específico que se elaboraría más adelante, presumiblemente en la CoP-6.

Uno de estos tres mecanismos, el conocido como mecanismo para un desarrollo limpio (CDM), está abierto a los países en desarrollo. De conformidad con ese mecanismo, un país industrializado puede patrocinar actividades para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un país en desarrollo, por ejemplo, mediante la financiación de un proyecto idóneo (es decir, un proyecto que, de otra manera, no se ejecutaría), y recibir, a cambio, créditos por la reducción de carbono.

Tema polémico han sido los proyectos de energía nuclear en el

marco del CDM. En la CoP-6, se describió concisamente el posible papel de la energía nuclear en el contexto del cambio climático, en una declaración formulada por el Director General Adjunto del OIEA, David Waller, y con más amplitud, en un foro "paralelo" sobre el tema, donde se expusieron estudios monográficos nacionales. (Véanse los recuadros de las páginas siguientes.)

La Conferencia hizo algunos progresos para delinear un paquete de apoyo financiero y la transferencia de tecnología necesaria para ayudar a los países en desarrollo a que colaboren en las acciones mundiales sobre el cambio climático. Ahora bien, no pudieron resolverse las cuestiones políticas clave, a saber, un sistema internacional para el comercio de los derechos de emisión; el CDM; el reglamento para el cómputo de la reducción de emisiones por la acción de los "sumideros" de carbono, como, por

*Foto: Se calcula que, a la CoP-6, celebrada en los Países Bajos, asistieron 7000 participantes de 182 gobiernos, 323 organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales y 443 medios de comunicación. Durante la Conferencia, en reuniones "paralelas" centradas en temas específicos, los participantes expusieron sus opiniones de diversas maneras. (Cortesía: Leila Mead/IIISD)*

## SE MANTIENE ABIERTA LA OPCION NUCLEAR

Cinco países interesados en utilizar la energía nucleoelectrica con arreglo al mecanismo para un desarrollo limpio (CDM) para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, presentaron estudios monográficos nacionales en la CoP-6. El Sr. Hans-Holger Rogner (foto), jefe de la Sección de Estudios Económicos y Planificación del Departamento de Energía Nuclear del OIEA, hizo una introducción a las presentaciones en una reunión "paralela". Expusieron estudios monográficos los Sres. R.B. Grover (India), Chaeyung Lim (República de Corea), Liu Deshun (China), Le Doan Phac (Viet Nam) y Muhammad Latif (Pakistán).

En la presentación de la India, se esbozaron los planes para aumentar la generación de electricidad hasta el año 2012, incluido un incremento de la capacidad nuclear. El Sr. Grover indicó que algunos proyectos nucleoelectricos dependen del otorgamiento de asistencia financiera en el marco del CDM; esta dependencia, a su vez, está vinculada a la ubicación de la central en relación con las principales minas de carbón de la India.

En la presentación de la República de Corea, se abordó el costo de la reducción del carbono, y se señaló que las reducciones, utilizando energía nucleoelectrica, costarían una décima parte de lo que costarían utilizando las centrales alimentadas con gas del país. La energía nucleoelectrica también contribuiría a la seguridad energética del país.

En la exposición de China, se pasó revista a los planes del país de aumentar la capacidad nucleoelectrica durante los próximos 20 años ante la creciente demanda de electricidad, con nuevas centrales destinadas a las zonas costeras que están más desarrolladas desde el punto de vista económico. El cumplimiento de los planes de expansión nuclear se traduciría en que se evitaría, anualmente, liberar unos 63 millones de toneladas de carbono mediante la reducción de las emisiones de dióxido de carbono. En la actualidad, casi el 75% de la electricidad del país se genera mediante la quema de carbón, lo que impone una pesada carga sobre el medio ambiente y las necesidades de transporte. Se necesita apoyo financiero para poder desarrollar más plenamente la opción nuclear.

En la exposición de Viet Nam, se explicaron de manera general, varias opciones posibles en el marco del CDM,



incluida la construcción de una central nuclear que ofrezca una opción de bajo costo para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero.

En la presentación del Pakistán, se describieron los planes para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero mediante el uso de tecnologías menos conta-

minantes, incluida la energía nucleoelectrica. El Sr. Latif acotó que la opción nuclear ofrece ventajas tanto económicas como ambientales, porque si no se aplica el CDM, habría que construir en su lugar centrales alimentadas con carbón.

De las diversas opciones analizadas en los estudios monográficos, la energía nucleoelectrica permite obtener las reducciones de carbono al más bajo costo. Sin embargo, para que un proyecto nucleoelectrico sea económicamente atractivo, tendría que haberse establecido el CDM que permitiría a cada uno de estos cinco países vender reducciones de carbono a compradores industrializados. Si la energía nucleoelectrica se excluyera del CDM, un país podría seleccionar una opción no contaminante más cara, si los países industrializados estuvieran dispuestos a pagar el precio más alto por sus reducciones de carbono; pero, si ese precio fuese demasiado alto, entonces la opción económica sería generar energía a partir del carbón, que es la más contaminante y la más barata (en ausencia del CDM) en los cinco países.

Los textos íntegros de los estudios monográficos aparecen en un nuevo folleto del OIEA: *Nuclear Power for Greenhouse Mitigation*. Puede obtenerse en formato electrónico en las páginas *WorldAtom* en [www.iaea.org](http://www.iaea.org). En otro folleto: *Climate Change and Nuclear Power*, el OIEA examina la posible función de la energía nucleoelectrica en el contexto del Protocolo de Kyoto y cuestiones relativas al calentamiento atmosférico. También puede accederse a ese folleto en las páginas *WorldAtom* del Organismo.

ejemplo, los bosques; y un régimen de cumplimiento. Los árboles --no los átomos-- resultaron ser el principal escollo en torno al cual giraron las diferencias de opinión que existen entre los países europeos y los Estados Unidos acerca del papel que los bosques podrían desempeñar como "sumideros" de carbono y cuáles créditos de emisión los países podrían exigir de ellos.

En la CoP-6, fracasaron los intentos por excluir como mecanismo de flexibilidad a la energía nuclear y a los proyectos en

gran escala de energía hidroeléctrica y de generación no contaminante de electricidad a partir del carbón. Por ende, continúa debatiéndose la cuestión de si la energía nucleoelectrica reúne los requisitos para recibir créditos del CDM, sujeto a ulteriores negociaciones cuando se reanuden las conversaciones sobre el cambio climático, previstas para mediados del año 2001.

El debate sobre cuáles tecnologías cumplen los requisitos para recibir créditos por la emisión de carbono, y cuáles no, está evolucionando.

Como indicó el Instituto de Energía Nuclear de los Estados Unidos, la energía nuclear ni siquiera figuraba en el programa de 1997, cuando los delegados se reunieron en Kyoto, Japón, para llegar a un acuerdo sobre la reducción de los gases de efecto invernadero. El hecho de que la energía nuclear forme parte de las concesiones políticas, es un indicio de su incomparable valor para evitar las emisiones, tanto hoy como en un mundo donde las emisiones de carbono estén potencialmente restringidas, afirma Maureen Koetz,

## DECLARACION DEL OIEA EN LA COP-6

El 20 de noviembre de 2000, el Director General Adjunto del OIEA, David Waller, hizo uso de la palabra ante la Conferencia sobre el Cambio Climático. A continuación figura el texto íntegro de su declaración:

Sr. Presidente, distinguidos delegados, señoras y señores:

Soy portador de un sencillo mensaje en nombre del Organismo Internacional de Energía Atómica. En sus deliberaciones sobre el cambio climático, les pedimos que examinen la energía nucleoelectrica exactamente en ese contexto, es decir, atendiendo a su repercusión sobre el futuro cambio climático.

El número de miembros del OIEA asciende a 130 países, casi todos Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nuestro mandato comprende tres objetivos fundamentales: contribuir a velar por la seguridad nuclear mundial; ayudar a prevenir la proliferación de las armas nucleares; y aumentar la contribución de las tecnologías nucleares, para satisfacer, de manera sostenible, las necesidades de los Estados Miembros, no sólo en relación con la energía nucleoelectrica, sino también en esferas que abarcan desde la agricultura y la medicina hasta la hidrología, la industria y la protección del medio ambiente. Además, en 1999, nuestros miembros --en gran medida ustedes, las Partes en la Convención-- específicamente solicitaron que brindáramos asistencia a los países miembros en desarrollo en el examen y la preparación de posibles proyectos en el marco del mecanismo para un desarrollo limpio (CDM), basados en la energía nucleoelectrica.

No obstante, actualmente, ustedes tienen a la vista, propuestas que excluyen a la energía nucleoelectrica del CDM, la implementación conjunta (JI), y/o el comercio de los derechos de emisión. Tales propuestas, sin embargo, no pueden basarse en preocupaciones climáticas; la opción nuclear es innegablemente benigna.

Las preocupaciones fundamentales sobre la energía nucleoelectrica son que ésta podría ser peligrosa y antieconómica, o estar asociada a la producción de armas. Ahora bien, respetuosamente sugerimos que las negociaciones sobre el cambio climático no son el foro adecuado para abordar tales preocupaciones. En cuanto a la seguridad, la Convención sobre Seguridad Nuclear ofrece un mecanismo internacional eficaz para ese examen. Además, la idea generalmente aceptada entre los expertos técnicos es que la mayoría de los reactores son seguros --quedan algunos que se están perfeccionando o eliminando paulatinamente-- y que existen los medios necesarios para la gestión segura de los desechos. En relación con los costos, los inversionistas son los que están mejor preparados para pronosticar lo que será económicamente atractivo en el año 2010. Por otro lado, en cuanto a la proliferación, está en vigor el sólido, casi universal e indefinidamente prorrogado Tratado



sobre no proliferación, y aumenta la adhesión al Protocolo Adicional, que refuerza aún más los acuerdos de salvaguardias concertados en virtud de ese Tratado. Por último, cabe destacar que la energía nucleoelectrica es una tecnología en evolución, y se trabaja en el desarrollo de una nueva generación de reactores que son intrínsecamente seguros, antiproliferantes y más competitivos en términos económicos.

La reducción de las futuras emisiones de los gases de efecto invernadero, es la cuestión que ustedes van a debatir. Con el constante crecimiento demográfico y económico, y las necesidades cada vez mayores del mundo en desarrollo, el aumento considerable de la demanda de energía es un hecho. Hoy día, la energía nucleoelectrica es un factor que contribuye, de manera significativa, tanto al suministro energético mundial como a la reducción de los gases de efecto invernadero. En términos más concretos, genera actualmente el 16% de la electricidad mundial, y así se evita el 8% de las emisiones de los gases de efecto invernadero que de otro modo se producirían. Ello equivale a unos 600 millones de toneladas anuales de carbono menos, casi lo mismo que se evita con la energía hidroelectrica. Una razón obvia que permitió al Presidente Chirac afirmar esta mañana que las emisiones de los gases de efecto invernadero *per cápita* en Francia son "mucho menores que las de otros países industrializados importantes" es el avanzado programa nucleoelectrico de esa nación. Además, la energía nucleoelectrica tiene posibilidades de dotar de una capacidad mucho mayor, sin aumentar las emisiones de los gases de efecto invernadero.

En esta coyuntura, la exclusión de cualquier tecnología que aporte evidentes beneficios climáticos solo limitará las opciones, la flexibilidad y la rentabilidad. La mejor oportunidad de lograr el desarrollo sostenible --o sea, de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender a sus necesidades-- está en permitir que esas generaciones futuras adopten sus propias decisiones en cuanto a las opciones de suministro energético, y en permitir que esas opciones compitan en igualdad de condiciones.

Gracias.

quien trabaja estrechamente con International Nuclear Forum, grupo oficioso integrado por las principales asociaciones de la industria nuclear mundial.

Aunque los Estados Miembros del OIEA tienen distintas opiniones acerca del papel de la energía nucleoelectrica, éstos se han unido para apoyar las resoluciones aprobadas, durante los últimos dos años, en relación con la asistencia del Organismo a los países en desarrollo interesados en esta opción. En septiembre de 1999, la Conferencia General del OIEA solicitó al Organismo que prestara asistencia a los países en desarrollo para que se examinaran y prepararan posibles proyectos en el marco del CDM, basados en la energía nucleoelectrica. En septiembre de 2000, la Conferencia General aprobó una resolución en la que solicitaba al Organismo que ayudara a los Estados Miembros interesados a obtener la información pertinente sobre el papel de la energía nucleoelectrica en la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero y el logro del desarrollo sostenible, a poner en práctica los estudios monográficos nacionales, y a preparar posibles proyectos.

La Agencia Internacional de Energía, con sede en París, de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), continúa promoviendo el papel positivo de la energía nuclear. En su intervención ante la CoP-6, el Director Ejecutivo, Robert Priddle, puso de relieve que en la generación de energía eléctrica puede lograrse mucho con el uso de las fuentes de energía renovables, la prolongación de la vida útil de las centrales nucleares, y la ulterior sustitución del carbón por el gas. Señaló que un estudio reciente indica que las tres regiones de la OCDE quedarían muy por debajo de sus compromisos de Kyoto, si el cumplimiento se mide exclusivamente atendiendo a las emisiones de dióxido de carbono del sector de la energía. Además, subrayó la importancia de que el mundo en desarrollo participe, en

## REFERENCIAS Y RECURSOS EN LINEA

La información disponible en la Internet en relación con el cambio climático, el desarrollo sostenible y las tendencias de la energía mundial es:

- *La Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible*, en <http://www.un.org/esa/sustdev>
- *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, en <http://www.unfccc.int>
- *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; establecido por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en <http://www.ipcc.ch>
- *Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible*, en <http://www.iisd.ca/climate/cop6>
- *Consejo Mundial de la Energía*, en: <http://www.worldenergy.org>
- *Agencia Internacional de Energía de la OCDE*, en <http://www.iea.org>

igualdad de condiciones, en la batalla contra el cambio climático.

El Secretario General de la OCDE, Donald Johnson, recientemente apoyó ese punto de vista al manifestar que, si nos proponemos legar a las futuras generaciones un planeta que satisfaga sus necesidades como nosotros satisfacimos las nuestras, la opción de la energía nuclear será el único camino.

**Mirando adelante.** En el año 2001, las cuestiones de la energía deben ocupar un lugar más importante en el programa sobre el calentamiento atmosférico. Además de la reanudación de las conversaciones de la CoP-6, previstas para antes de mediados del año, se han programado varias actividades importantes.

■ Del 16 al 27 de abril de 2001, la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible celebrará su noveno período de sesiones en Nueva York. Entre los temas fundamentales del programa figuran --por primera vez-- la energía y el transporte, dos de los más de 30 temas independientes definidos en el Programa 21, aprobado en la Cumbre de la Tierra, efectuada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992. En sus diversos capítulos, en el Programa 21 se manifiesta que todas las fuentes de energía deben utilizarse de forma que protejan la atmósfera, la salud humana y el medio ambiente en conjunto.

■ A finales de abril de 2001, las actividades previas a la Cumbre de la Tierra 2002 se intensifican. Se ha previsto que la primera reunión del Comité Preparatorio de Río+10 se celebre en las Naciones Unidas, en Nueva York. Se espera que esté precedida por una reunión de un grupo múltiple de partes interesadas, a la que asistirán los representantes de los principales grupos que participan en el proceso. Río+10 será una reunión cumbre de los gobiernos, de grupos y ciudadanos interesados, de organismos de las Naciones Unidas y de otros importantes protagonistas, en la que se evaluará el cambio mundial que se ha operado desde la Cumbre de la Tierra de 1992. Sudáfrica se seleccionó como sede de la reunión.

■ Entre octubre y noviembre de 2001, se prevé celebrar, en Marrakech, Marruecos, la Séptima Conferencia de las Partes en el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CoP-7).

Con el paso de los meses, quizás aumente la presión sobre los gobiernos para que lleguen a consenso en torno a asuntos difíciles relacionados tanto con el cambio climático como con el desarrollo sostenible. Muchas Partes en el Protocolo de Kyoto tenían la esperanza de que el acuerdo entrara en vigor en 2002, a tiempo para celebrar el décimo aniversario de la Cumbre de la Tierra. Sea cual sea el rasero con el que se mida, queda bastante trabajo por realizar. □

# LA SEGURIDAD DEL SUMINISTRO ENERGETICO

## EL LIBRO VERDE DE LA COMISION EUROPEA ESTIMULA EL DEBATE

La creciente dependencia que tiene la Unión Europea (UE) de los suministros externos de energía es el tema central de un "Libro Verde" publicado en Bruselas, a finales de noviembre de 2000, por la Comisión de las Comunidades Europeas. Con el título de "Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply", este Libro tiene la finalidad de estimular el debate en torno a las políticas y estrategias energéticas de la UE. En él se plantea que los Estados Miembros europeos son "interdependientes", tanto debido a los problemas del cambio climático como a la creación del mercado energético interno. Cualquier decisión que un Estado Miembro adopte en materia de política energética repercutirá, inevitablemente, en el funcionamiento del mercado de los demás Estados Miembros. La política energética ha adquirido una nueva dimensión en la Comunidad.

En el Libro Verde se ponen de manifiesto tres aspectos fundamentales:

■ La UE dependerá cada vez más de fuentes energéticas externas; su ampliación no cambiará esa situación. Según los pronósticos actuales, la dependencia energética llegará al 70 % en el año 2030.

■ La envergadura de la UE es muy limitada para poder influir en las condiciones del suministro energético; es esencialmente en la demanda donde la UE puede intervenir, promoviendo sobre todo el ahorro energético en los edificios y en el sector del transporte.

■ La UE no está actualmente en condiciones de responder al desafío del cambio climático ni de cumplir sus compromisos, en particular, en virtud del Protocolo de Kyoto.

En el presente artículo figura el Resumen Ejecutivo del Libro Verde.

La Unión Europea consume cada vez más energía e importa cada vez más productos energéticos. La producción de la Comunidad no basta para satisfacer las necesidades energéticas de la Unión, lo que trae consigo el aumento constante de la dependencia externa en materia de energía.

La drástica subida de los precios del petróleo, que podría socavar la recuperación de la economía europea, debido a que el precio del crudo se ha triplicado desde marzo de 1999, revela, una vez más, las deficiencias estructurales de la Unión Europea en cuanto al suministro energético, a saber, la creciente dependencia de Europa de la energía, el papel del petróleo como factor dominante del precio de ésta y los desalentadores resultados de las políticas dirigidas a controlar el consumo. Sin una política energética activa, la Unión Europea no podrá dejar de depender cada vez más de la energía.

Si no se adoptan medidas, en los próximos 20 ó 30 años, el 70 % de las necesidades energéticas de la Unión, a diferencia del actual 50 %, se satisfará con productos importados. Esa dependencia puede observarse en todos los sectores de la economía; por ejemplo, el transporte, el sector residencial y la industria eléctrica dependen fundamentalmente del petróleo y del gas y están a merced de las inciertas

variaciones de los precios internacionales. La ampliación exacerbará esas tendencias. En términos económicos, las consecuencias de esa dependencia son serias. En 1999, le costó a la Unión unos 240 000 millones de euros, o el 6 % de las importaciones totales. En términos geopolíticos, el 45% de las importaciones de petróleo proviene del Oriente Medio y el 40 % del gas natural de Rusia. La Unión Europea aún no tiene todos los medios para cambiar el mercado internacional.

La estrategia a largo plazo de la Unión en cuanto a la seguridad del suministro energético debe encaminarse a garantizar, en pro del bienestar de sus ciudadanos y del adecuado funcionamiento de la economía, la disponibilidad física ininterrumpida de productos energéticos en el mercado, a un precio asequible para todos los consumidores (particulares y de la industria), sin dejar de respetar las preocupaciones ecológicas ni de aspirar a lograr el desarrollo sostenible, como se consagra en los Artículos 2 y 6 del Tratado sobre la Unión Europea.

La seguridad del suministro no procura maximizar la autosuficiencia energética ni minimizar la dependencia, sino reducir los riesgos vinculados a esa dependencia. Entre los objetivos que deben perseguirse figuran establecer un equilibrio entre las diferentes fuentes de suministro (por producto y por región geográfica) y lograr la diversificación de esas fuentes.

El 29 de noviembre de 2000, la Comisión de las Comunidades Europeas en Bruselas publicó el Libro Verde, titulado *Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply*. Para más información, sírvase dirigirse al sitio de la Comisión en la Web en [www.europa.eu.int/comm](http://www.europa.eu.int/comm).

**Nuevos retos.** La Unión Europea tiene ahora que enfrentar nuevos retos propios de un período de profunda transición para la economía europea.

En el próximo decenio, las *inversiones en la energía*, tanto para reemplazar los recursos existentes como para satisfacer las crecientes necesidades energéticas, obligarán a las economías europeas a decidir respecto de algunos productos energéticos que, dada la inercia de los sistemas energéticos, serán determinantes en los próximos treinta años.

Las *opciones en materia energética* de la Unión Europea están determinadas por el contexto mundial, por la ampliación quizás a 30 Estados Miembros con diferentes estructuras energéticas, y, sobre todo, por el nuevo marco de referencia del mercado de la energía, a saber, la liberalización del sector y las preocupaciones ecológicas.

Las *preocupaciones ecológicas*, que hoy en día comparte la mayoría del público y que incluyen el daño ocasionado por el sistema de suministro energético, sea ese daño casual (manchas de petróleo, accidentes nucleares, fugas de metano) o esté relacionado con las emisiones de contaminantes, han subrayado las desventajas de los combustibles fósiles y los problemas de la energía atómica. La lucha contra los cambios climáticos es un importante reto. El cambio climático es una batalla a largo plazo de la comunidad internacional. Los compromisos contraídos en virtud del Protocolo de Kyoto son sólo un primer paso. La Unión Europea alcanzó su objetivo en el año 2000, pero las emisiones de gases de efecto invernadero van en aumento en la Unión y en el resto del mundo. Es mucho más difícil invertir esa tendencia de lo que habría parecido hace tres años. El regreso al crecimiento

económico sostenido en ambos lados del Atlántico y en Asia, y el desarrollo de nuestra estructura de consumo energético, principalmente de electricidad y para el transporte, que es una consecuencia de nuestro estilo de vida, contribuyen al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y, en particular, del dióxido de carbono. Esa situación es un gran escollo que se interpone a cualquier política encaminada a salvaguardar el medio ambiente.

Además, el logro del *mercado interno de la energía* ha asignado una nueva posición y función a la demanda energética. Surgen nuevas tensiones y nuestras sociedades tendrán que encontrar la manera de concertar compromisos válidos para disminuirlas. Por ejemplo, la caída de los precios de la electricidad va en contra de las políticas dirigidas a reducir la creciente demanda y combatir el cambio climático, al tiempo que la competencia introducida por el mercado interno está cambiando las condiciones de la competitividad de las diferentes fuentes de suministro energético (carbón, energía nuclear, gas natural, petróleo, fuentes de energía renovables).

En la actualidad, los *Estados Miembros son interdependientes* tanto en lo concerniente a la lucha contra el cambio climático como a la materialización del mercado interno de la energía. Cualquier decisión sobre política energética que adopte un Estado Miembro repercutirá, inevitablemente, en el funcionamiento del mercado de los demás Estados Miembros. La política energética ha adquirido una nueva dimensión en la Comunidad, sin que esa circunstancia se refleje en los nuevos poderes de ésta. En este sentido, cabe analizar si vale la pena concebir una política energética europea desde un ángulo distinto del ángulo del mercado interno, la

armonización, el medio ambiente o la tributación.

La Unión Europea debe encargarse mejor de su destino energético. Pese a las diversas crisis que han acosado a la economía europea en los últimos treinta años, estamos obligados a reconocer que no ha habido un debate real en torno a la selección de las fuentes energéticas y, menos aún, una política energética relativa a la seguridad del suministro. Ahora, las dobles presiones que ejercen las preocupaciones ecológicas y el nuevo funcionamiento del mercado energético europeo hacen ineludible ese debate, que hoy día es urgente, ya que la crisis de los precios del petróleo persiste desde 1999.

En ese debate debería tenerse en cuenta que la demanda actual de energía se satisface con: 41% de petróleo, 22% de gas, 16% de carbón (antracita, lignita y turba), 15% de energía nuclear y 6% de fuentes de energía renovables. Si no se toman medidas, la situación energética total en el año 2030 continuará estando bajo el dominio de los combustibles fósiles: 38% de petróleo, 29% de gas, 19% de combustibles sólidos, 8% de fuentes de energía renovables y apenas el 6% de energía nuclear.

**Estrategia energética.** El Libro Verde esboza los aspectos esenciales de una estrategia energética a largo plazo, según la cual:

■ La Unión debe volver a equilibrar su política de suministro adoptando medidas definidas que favorezcan el establecimiento de una política relativa a la demanda. El margen de maniobra para lograr el aumento en el suministro a la Comunidad es reducido en vista de sus necesidades, mientras que el ámbito de acción para encarar la demanda parece ser más prometedor.

■ En cuanto a la demanda, el Libro Verde exhorta a que

## DIVERSIFICACION DE LA ENERGIA: TENDENCIAS DE LA ELECTRICIDAD

En el Libro Verde se señala que la demanda de electricidad ha aumentado con mucha más rapidez en la Unión Europea que la de cualquier otro tipo de energía, y que seguirá la trayectoria del aumento del producto interno bruto hasta el año 2020. En los países que solicitan el ingreso en la UE, esa demanda debería crecer incluso con más rapidez, y el aumento de la electricidad será del 3% anual desde ahora hasta el año 2020.

La capacidad eléctrica instalada de la UE debería llegar a los 800 ó 900 gigavatios eléctricos (GWe) alrededor del año 2020, en comparación con los actuales 600 GWe. En los próximos 20 años, se instalarán unos 300 GWe de capacidad, sencillamente, para reemplazar las centrales eléctricas que hayan llegado al final de su vida útil, además de 200 ó 300 GWe que se necesitarán para satisfacer el aumento de la demanda.

En ausencia de importantes adelantos tecnológicos, la demanda en exceso tendrá que satisfacerse con las fuentes energéticas ya disponibles: gas natural, carbón, petróleo, energía nuclear y energía renovable.

Actualmente, la electricidad se genera a partir de las siguientes fuentes: energía nuclear (35%), combustible sólido (27%), gas natural (16%), energía hidroeléctrica y otras energías renovables (15%) y petróleo (8%). La nueva capacidad se generará principalmente con gas, mientras que continuará reduciéndose el número de centrales alimentadas con petróleo y combustible sólido.

En este momento, parece poco probable que la energía nuclear experimente un nuevo crecimiento. A la larga, su contribución estará vinculada a la búsqueda de políticas orientadas a combatir el cambio climático, su posición competitiva frente a otras fuentes de energía, la aceptación del público y a la posible solución del problema de los desechos nucleares. En vista del actual contexto político, parece probable que la contribución de la energía nuclear cambie poco desde ahora hasta el año 2020.

En los países que solicitan el ingreso en la UE, la ampliación de las instalaciones de generación de energía nuclear dependerá de los esfuerzos que hagan los Estados por garantizar la seguridad de esas instalaciones.

se cambie realmente el comportamiento del consumidor. Destaca el valor de las medidas fiscales para orientar la demanda hacia un mejor control del consumo, que sea más respetuoso del medio ambiente. Se recomiendan la tributación o los gravámenes cuasifiscales para sancionar los efectos perjudiciales de las energías para el medio ambiente. Las industrias del transporte y de la construcción tendrán que aplicar una activa política de ahorro y diversificación de la energía, que favorezca la energía no contaminante.

■ En cuanto al suministro, debe asignarse prioridad a la lucha contra el calentamiento de la atmósfera. El desarrollo de energías nuevas y renovables (incluidos los biocombustibles) es la clave del cambio. La duplicación de su participación en la cuota del suministro energético del 6% al 12% y el aumento de la parte que hoy tiene en la producción de electricidad del 14% al 22% es un objetivo que

debe alcanzarse entre ahora y el año 2010. Si las condiciones actuales se mantienen, se estancarán en alrededor del 7% en diez años. Sólo las medidas financieras (ayudas, deducciones tributarias y apoyo financiero) podrían reforzar ese ambicioso objetivo. Una forma que podría explorarse es que energías rentables como el petróleo, el gas y la energía nuclear financien el desarrollo de energías renovables que, a diferencia de las tradicionales fuentes energéticas, no han gozado de mucho apoyo.

La contribución de la energía atómica en el plazo medio debe, a su vez, analizarse. Entre las cuestiones que, indudablemente, formarán parte del debate estarán la decisión de la mayoría de los Estados Miembros de abandonar ese sector, la lucha contra el calentamiento de la atmósfera, la seguridad del suministro y el desarrollo sostenible. Cualesquiera que sean las conclusiones que se extraigan de esta reflexión, debe continuarse

activamente la investigación de las tecnologías de gestión de desechos y su aplicación en las mejores condiciones de seguridad posibles.

En lo referente al petróleo y el gas, cuyas importaciones aumentan, deberá establecerse un mecanismo más eficaz para acumular reservas estratégicas y prever nuevas vías de importación.

Toda forma de progreso tecnológico contribuirá a fortalecer el efecto de la estrategia energética esbozada.

La Comisión propone iniciar un debate durante el año 2001 en torno a las cuestiones esenciales, que arroje luz sobre los tipos de energía que deben seleccionarse. No se trata de proponer una estrategia "llave en mano" en relación con la seguridad del suministro, sino de celebrar un debate, nuevo y profundo, sobre las principales cuestiones que pueden determinarse, aunque posiblemente existan otras. □

# LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN TIEMPOS DE CAMBIO EL DESARROLLO DE LA ENERGIA NUCLEAR ENFRENTA SEIS RETOS

POR MOHAMED ELBARADEI

**A** mi juicio, seis son los retos clave que influirán mucho en el futuro de la energía nucleoelectrica, y el OIEA está emprendiendo varias actividades para responder a cada uno de ellos.

■ **Creación de una nueva generación de instalaciones nucleares.** El primer reto consiste en abordar el importante dilema en el que nos encontramos: por un lado, la conclusión a que llegó el Consejo Mundial de la Energía de que no es sostenible depender enteramente de los combustibles fósiles ni de las grandes instalaciones hidroeléctricas y de que tiene que estabilizarse la actual posición que ocupa la energía nucleoelectrica, con la posibilidad de su futura expansión, y por el otro, el creciente escepticismo del público respecto de la energía nucleoelectrica como fuente sostenible de energía, motivo por el cual se prevé la disminución de la participación de la energía nucleoelectrica como fuente de suministro mundial de electricidad.

Desde mi punto de vista, la solución de ese dilema puede depender mucho del desarrollo de tecnologías innovadoras de los reactores y del ciclo del combustible. Para que tenga éxito, la nueva tecnología debe ser intrínsecamente segura, resistente a la proliferación y competitiva desde el punto de vista económico. Ello significa una tecnología que pueda generar electricidad a precios competitivos al tiempo que satisfaga tanto a reguladores como a inversionistas, una mayor dependencia de las características pasivas de la seguridad y un control pasivo de los materiales nucleares mediante nuevas configuraciones del combustible. Para satisfacer las incipientes necesidades de energía de los países en desarrollo, esas

tecnologías también deben adaptarse, o ser adaptables, a un amplio espectro de entornos ambientales e industriales. Específicamente, los reactores de pequeña y mediana potencia pueden ser una opción idónea para la generación de electricidad --o para la desalación del agua de mar y la cogeneración de calor-- en zonas apartadas o en países con redes eléctricas de pequeña capacidad.

La función que el Organismo desempeña en el desarrollo de esos y otros diseños innovadores es la de facilitar el intercambio de información, coordinar el desarrollo conjunto de la tecnología y prestar asistencia en el establecimiento de normas internacionales de seguridad. En mayo de 2001, en cooperación con la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y el Instituto del Uranio, celebraremos un seminario internacional en el Cairo sobre la "Situación y perspectivas de los reactores de pequeña y mediana potencia." El Organismo también se propone establecer un grupo de trabajo sobre las tecnologías innovadoras de los reactores y del ciclo del combustible, evaluar las necesidades tecnológicas de probables usuarios, determinar las características de los reactores y del ciclo del combustible que pudieran satisfacer esas necesidades y recomendar las formas de fomentar la utilización de recursos y los conocimientos especializados existentes. Por supuesto, trabajaremos en estrecha colaboración con otras actividades nacionales y multinacionales que se realicen en esta esfera.

■ **Estrategias mundiales claras para la disposición final de desechos.** El segundo reto será formular estrategias mundiales claras para la disposición final del combustible gastado y los desechos radiactivos de actividad alta. Aunque los expertos están convencidos de que la disposición final geológica es segura, viable desde el punto de vista tecnológico y responsable desde el punto de vista ambiental, el volumen de esos desechos continúa aumentando, y el público en general sigue escéptico. Esta dicotomía sólo se resolverá cuando podamos formular estrategias claras y demostrables para la selección del emplazamiento, la construcción y la explotación de repositorios geológicos.

La apertura en los Estados Unidos, en marzo de 1999, de la Planta Piloto para el Aislamiento de Desechos fue un paso importante encaminado a demostrar la idoneidad de la disposición final geológica de desechos de período largo, en este caso, a 700 metros de profundidad en una formación salina natural.

También se observan otras señales de progreso. Varios países realizan estudios sobre disposición final en formaciones profundas, ideando instalaciones de investigación subterráneas, o publicando proyectos de evaluaciones de los efectos para el medio ambiente. Se realizan muchas actividades de investigación y desarrollo sobre nuevas tecnologías que reducen la

---

*El Dr. ElBaradei es el Director General del OIEA. Su artículo se basa en el discurso principal que pronunció en noviembre de 2000 ante la Conferencia Nuclear de la Cuenca del Pacífico, celebrada en Seúl, República de Corea.*

generación de actínidos y se centran en la transmutación de desechos de período largo. También se realizan investigaciones sobre la viabilidad de recuperar desechos en repositorios geológicos después de su colocación, en caso, por ejemplo, de que se encuentre una mejor solución en el futuro, o surjan preocupaciones acerca de la seguridad del repositorio.

La función del Organismo en esta esfera es facilitar la cooperación internacional en las actividades de investigación y desarrollo, así como en los proyectos de demostración. En este marco, me complace comunicar que el Gobierno del Canadá me informó recientemente de su decisión de ofrecer su instalación de investigaciones subterráneas, situada en Lac du Bonnet, en Manitoba, para realizar actividades internacionales de cooperación en materia de investigación y capacitación bajo los auspicios del OIEA. El Organismo también se vale de diversas conferencias para mantener la atención internacional sobre esta cuestión, ejecutar planes de acción concretos y acortar las diferencias de opinión que existen entre los expertos técnicos y el público en general. Sin embargo, el mayor reto sigue siendo acelerar y mantener el progreso con vistas a demostrar soluciones para los desechos.

■ **El debate sobre la energía sostenible.** El tercer reto, referido al futuro de la energía nucleoelectrica, entraña realizar evaluaciones de la energía nuclear en relación con otras opciones energéticas, en cuanto a factores como la competitividad económica, las consideraciones ambientales y las necesidades energéticas incipientes de los países en desarrollo. La contribución del Organismo en este campo comprende desde simposios sobre la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero hasta la prestación de asistencia a los gobiernos en la evaluación de sus necesidades energéticas futuras y la formulación de estrategias

apropiadas para satisfacer esas necesidades.

Un importante ejemplo es la contribución del Organismo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). Ahora se debate una controvertida cuestión: la aplicabilidad de la energía nucleoelectrica como tecnología que permite reducir los gases de efecto invernadero en el marco del "mecanismo para un desarrollo limpio", previsto en el Protocolo de Kyoto de 1997. En respuesta a solicitudes de los Estados Miembros, la Secretaría organizó varios seminarios de información sobre este tema, y ha prestado asistencia a diversos países en desarrollo para realizar estudios monográficos sobre la energía nucleoelectrica como mecanismo para un desarrollo limpio.

El Organismo también hará contribuciones al noveno período de sesiones de la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, la que en abril de 2001, por primera vez, abordará la energía y el transporte como cuestiones del desarrollo sostenible. En todos esos foros, nuestro fin es proporcionar información objetiva y asegurar que la energía nucleoelectrica sea evaluada de forma total e imparcial.

■ **El régimen internacional de seguridad.** El cuarto reto es mantenerse vigilantes para garantizar que se mantenga la seguridad en las operaciones de las instalaciones nucleares. Aunque la seguridad es una responsabilidad nacional, la cooperación internacional en temas relacionados con la seguridad ha resultado indispensable. Los positivos resultados que se siguen obteniendo con la colaboración internacional para el aumento de la seguridad de las instalaciones nucleares de Europa oriental es un ejemplo importante.

El régimen internacional de seguridad consta de tres componentes principales: las convenciones internacionales, un cuerpo de normas de seguridad internacionalmente acordadas, y los

mecanismos para la aplicación de esas normas. Las convenciones que se suscriben en la esfera de la seguridad tienen el objetivo de establecer normas de seguridad vinculantes que abarcan las actividades que se realizan en todo el ciclo del combustible. Hasta la fecha, el Organismo ha elaborado convenciones que incluyen la seguridad de los reactores de potencia, la gestión de desechos radiactivos y del combustible gastado, la pronta notificación, la asistencia y la seguridad física. El OIEA continúa determinando las esferas en las que se necesitan normas vinculantes, como, por ejemplo, la seguridad de los reactores de investigación y de las instalaciones del ciclo del combustible.

En los últimos años, el Organismo ha hecho significativos progresos en la actualización de su cuerpo general de normas de seguridad --en total se producirán casi 80 normas nuevas o revisadas. Para que sean eficaces, esas normas deben ser amplias, internacionalmente acordadas y sometidas a un examen periódico por homólogos. A mi juicio, al igual que sucede en el campo de la aviación bajo los auspicios de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), una vez que esas normas se acuerdan deben ser aplicadas de manera uniforme por todos los Estados. Los servicios que el Organismo presta en la esfera de la seguridad --como nuestras evaluaciones de la seguridad operacional de los reactores, los exámenes de diseño y los exámenes reglamentarios-- también contribuyen notablemente a la promoción de una cultura de la seguridad nuclear mundial mediante los exámenes por homólogos y el intercambio de información.

■ **Preservación de los conocimientos especializados en materia nuclear.** El quinto reto para el futuro es la preservación de los conocimientos especializados en materia nuclear. El personal

altamente calificado es esencial no sólo para explotar las centrales nucleares que hoy día generan un 16 % de la electricidad mundial, sino también para la gestión de los desechos, la prolongación de la vida útil de las centrales y la clausura. Por razones de seguridad exclusivamente, en el futuro previsible, debe mantenerse un grupo considerable de científicos, ingenieros y técnicos nucleares calificados, sean cuales sean las estrategias a largo plazo que se adopten para la generación de electricidad.

En los últimos años, cada vez es más evidente que pronto se perderá una parte sustancial de la base de conocimientos de la industria nuclear debido a la jubilación del personal. En cuanto al reemplazo del personal jubilado, la mayoría de los países con programas nucleares avanzados informan de que encaran una disminución del número de nuevos graduados en profesiones relacionadas con la esfera nuclear. Por ejemplo, en los Estados Unidos, las estadísticas indican un descenso de más del 60 % respecto de los niveles de matrícula de 1979 en los programas de ingeniería nuclear. Algunas concepciones erróneas de la sociedad y la relativa ausencia de crecimiento de la industria hacen que sea difícil motivar a los jóvenes para que ingresen en la industria nuclear. Por tanto, este escenario de sucesión merece particular consideración.

El Organismo continuará centrando la atención de los Estados Miembros en este problema, y estamos examinando las formas en que podemos ayudar a abordar ese problema. Tenemos la intención de promover estrategias de cooperación que vinculen las organizaciones pertinentes, las instalaciones nucleares, los programas universitarios, los centros de formación profesional en la esfera nuclear y las futuras organizaciones donantes, para que elaboren métodos concretos que permitan atraer a los jóvenes a las carreras nucleares. En este marco, me

## LA ENERGIA NUCLEAR EN EL SIGLO XXI

El OIEA desempeña un importante papel ayudando a los países a evaluar la siguiente generación de tecnologías nucleares para la generación de electricidad. En la edición de noviembre de 2000 de *Nuclear News*, el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, examina los esfuerzos internacionales, y el papel del Organismo, en pro de la investigación de tecnologías nucleares innovadoras. El ensayo figura entre dieciséis opiniones que sobre el futuro de la energía nuclear han emitido distinguidos colaboradores de todo el mundo. Para más información, véanse las páginas Web de American Nuclear Society en [www.ans.org](http://www.ans.org).

complace que la República de Corea sea la anfitriona del segundo Congreso Nuclear de la Juventud, en el año 2002, similar al celebrado en Eslovaquia el pasado abril, que será un foro donde la generación más joven podrá intercambiar opiniones y comprender la importancia de las tecnologías de la energía nuclear.

■ **Divulgación entre los miembros de la sociedad civil.** El último reto está relacionado con el grado de comprensión de las tecnologías nucleares que tiene el público, y con nuestra capacidad para lograr que la sociedad civil participe en la justa evaluación de las relativas ventajas de esas tecnologías. Aumentar en el público la comprensión de la energía nucleoelectrónica es indispensable, promoviendo una conciencia más plena respecto de los riesgos y los beneficios comparativos de las diferentes fuentes energéticas, la naturaleza y los efectos de la radiación y los temas conexos. Ese aumento de la comunicación puede lograrse en parte mediante la interacción convencional --foros públicos, discursos, artículos de revistas, etc.--, pero también debemos considerar la posibilidad de utilizar eficazmente los nuevos medios de que disponemos, como Internet.

La comprensión es un requisito indispensable para lograr la aceptación del público. En el OIEA, prestamos mayor atención a la actividad de divulgación entre nuestros muchos interlocutores, de acuerdo con la nueva política

del Organismo orientada a atraer tanto a los asociados tradicionales como a los no tradicionales. Ejemplo estimulante de la importancia de esa nueva política es el gran número de participantes no gubernamentales en los Foros Científicos celebrados durante nuestras dos Conferencias Generales más recientes. Asimismo, hemos patrocinado reuniones muy provechosas con administradores de categoría superior de centros de investigaciones nucleares y con representantes de la industria nuclear, en las que esos grupos tienen la oportunidad de intercambiar opiniones con el Organismo sobre cuestiones de interés mutuo. El año pasado, el Organismo también organizó cuatro seminarios regionales de información pública que atrajeron a muchos asistentes, ya que son foros para el diálogo sobre aspectos nucleares entre los expertos técnicos, los medios de comunicación y los miembros de la sociedad civil.

Vivimos en una época de cambios, período en que la comunidad mundial enfrenta muchos difíciles problemas económicos y sociales. Las tecnologías nucleares, para la generación de electricidad y para otras aplicaciones, ofrecen soluciones óptimas para muchos de esos problemas. En mi opinión, nos corresponde asegurar --encarando los retos mencionados-- que esas soluciones sigan estando al alcance de la sociedad. □

# ECOLOGIA DEL MAR NEGRO

## INVESTIGACION DE LA CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE MARINO DE TURQUIA

POR SAYHAN TOPCUOGLU

La investigación científica se traduce en la obtención de respuestas que pueden ayudar a proteger el medio ambiente marino del Mar Negro. En el marco de proyectos apoyados por el OIEA y otros canales de cooperación, los países de la región del Mar Negro aplican sus conocimientos técnicos y capacidades para ampliar los conocimientos científicos sobre la contaminación química y radiactiva.

Turquía se encuentra entre los países que están realizando estudios del Mar Negro, por diversas razones que están relacionadas con el medio ambiente, la economía y la salud. La costa del Mar Negro tiene más de 4000 kilómetros de longitud, de los cuales 1400 pertenecen a Turquía. La producción pesquera del país en el Mar Negro es de unas 454 000 a 500 000 toneladas anuales. Más del 80 por ciento de la captura es de anchoa, y el resto es principalmente de jurel, faneca, bonito, pez azul y otras especies. La producción de caracoles de mar y mejillones es de casi 20 000 toneladas anuales.

En toda la región del Mar Negro, el consumo anual de pescado por adulto es de unos 20 kilogramos. Por consiguiente, la protección de la salud humana tiene la máxima prioridad en la investigación científica de la contaminación de peces y otros organismos marinos comestibles. El proceso de la investigación científica no es una cuestión sencilla, ya que la contaminación ambiental y los efectos conexos relacionados con la salud dependen de diversos mecanismos. Ejemplo de ello es

que algunos resultados de las pruebas realizadas en Turquía con organismos marinos han indicado bajos niveles de un contaminante determinado, sin embargo, ese resultado no significa que el organismo sea ecológicamente inocuo, ni tampoco puede decirse que sea un producto idóneo para el consumo humano, si no se realiza otro análisis detallado para determinar cada tipo de contaminante.

Cabe esperar que nuestros conocimientos científicos sobre los problemas de la contaminación en el medio ambiente marino se amplíen en los años venideros. Los adelantos registrados en la integración de la biocinética, la ecotoxicología y los análisis de riesgos en los estudios sobre la vigilancia ambiental podrían permitir que, con el tiempo, sea posible determinar la sensibilidad de las poblaciones humanas y de los organismos marinos a los contaminantes. El Laboratorio de Radioecología del Centro de Capacitación e Investigaciones Nucleares de Çekmece (ÇNAEM), en Turquía, realiza esos estudios integrados. El Laboratorio ha acumulado gran experiencia a lo largo de los años, por ejemplo, mediante su colaboración, desde 1970, con el Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (MEL), en Mónaco. Además, el Laboratorio se ha beneficiado de los proyectos de cooperación técnica y los programas de investigaciones del Organismo. En el presente artículo se destacan determinados estudios del Mar Negro realizados en Turquía en relación con la contaminación radiactiva y química.

### Contaminación radiactiva.

A raíz del accidente de Chernóbil, en 1986, se determinaron, semanal y mensualmente durante tres años, los radionucleidos procedentes de la precipitación en muestras de peces del Mar Negro. Se seleccionaron las muestras de peces de especies tanto pelágicas como bentónicas, que pueden convertirse en productos para el consumo humano. En mayo de 1986, se observaron niveles elevados de actividad gamma total (yodo 131, rutenio 106, cesio 134 y cesio 137) en muestras de peces, en la escala de 37 a 65 Bq/kg. Los niveles totales de radiactividad observados en las muestras de peces disminuyeron gradualmente durante los tres primeros meses. En lo sucesivo, salvo el cesio 137, no se detectaron radionucleidos que se atribuyeran al accidente de Chernóbil.

Después del accidente, los radionucleidos de Chernóbil también se investigaron en mejillones, caracoles de mar y especies de macroalgas. Las actividades más elevadas observadas en el caso del cesio 134 y el cesio 137 fueron de 142 Bq/kg y 289 Bq/kg de peso seco en tejidos blandos de mejillones durante mayo y junio de 1986, respectivamente. El radionucleido de plata 110m se detectó en bajos niveles en

---

*El Sr. Topcuoglu forma parte del personal del Laboratorio de Radioecología del Centro de Capacitación e Investigaciones Nucleares de Çekmece (ÇNAEM), en Turquía. Correo electrónico: stopcuoglu@superonline.com*

caracoles de mar durante 1986 y 1987. Se descubrió que la actividad del estroncio 90 estaba por debajo de 0,1 Bq/kg del peso seco en todas las muestras. Los resultados indicaron que la parte occidental turca del Mar Negro estaba menos contaminada que la oriental.

Recientemente, se está dedicando cada vez más atención al estudio de los radionucleidos naturales en el medio ambiente marino, debido a que se han encontrado niveles más elevados de algunos radionucleidos naturales provenientes de la industria de los combustibles fósiles, la industria del fosfato, la industria petrolera y el uso de fertilizantes. El ÇNAEM participa en un proyecto de investigación del OIEA en esta esfera. Los especialistas turcos han venido trabajando desde 1997 en la determinación de radionucleidos antropógenos --polonio 210, plomo 210, uranio 238, torio 232 y potasio 40-- en muestras de biota y sedimentos de siete estaciones en el Mar Negro. Asimismo, se han realizado estudios del cesio 137 antropógeno.

Los resultados preliminares demostraron que las concentraciones de uranio 238 y polonio 210 en las anchoas se situaban en valores de 38 a 101 Bq/kg y de 94 a 112 Bq/kg de peso seco, respectivamente. Esos resultados confirman que la principal contribución a la contaminación radiactiva de los peces se debe a los radionucleidos naturales, y que la contribución del cesio 137 antropógeno (procedente de los ensayos de armas nucleares en la atmósfera y del accidente de Chernóbil) es insignificante. (Véase el cuadro de esta página.)

También se investigó la biocinética del americio 241, de la plata 110m y del cesio 137 en mejillones, la lapa, el caracol de mar y especies de macroalgas de las aguas del Mar Negro

#### CONCENTRACIONES DE METALES EN MUESTRAS DE BIOTA Y SEDIMENTOS DEL MAR NEGRO, 1997-1998

Metal	Macroalgas	Mejillón de mar	Caracol	Anchoa peces	Otros	Sedimento
Cadmio	0,5-2,7	1,8-6,4	0,4-2,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,6-0,9
Cobalto	<0,05-6,5	1,8-2,9	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,4	5,2-17,2
Cromo	<0,05	2,2-7,6	0,5-0,6	0,3-0,8	0,2-0,3	22-122
Níquel	2,3-83,8	4,0-4,1	<0,01	<0,01	<0,01	2,2-69,1
Zinc	59-96	256-512	41-45	30-40	26-30	57-127
Hierro	106-1095	355-597	27-98	37-44	30-32	2,6-4,9
Manganeso	23-296	10,1-22,8	1,9-3,5	1,8-2,5	0,5-0,7	354-902
Plomo	<0,1-10,8	0,3-2,6	<0,01	<0,01	0,3-1,4	11-30
Cobre	3,5-16,5	7,3-8,0	17-35	2,2-2,8	1,0-1,3	23-75

Notas: Las concentraciones se expresan en microgramos por gramo de peso seco. Las muestras de macroalgas se tomaron durante 1994-1995.

#### CONCENTRACIONES DE RADIONUCLEIDOS EN LAS MUESTRAS DE BIOTA Y SEDIMENTO TOMADAS EN EL SECTOR TURCO DEL MAR NEGRO, 1997-1998

(EN BECQUERELIOS POR KILOGRAMO DE PESO SECO)

	Polonio 210	Uranio 238	Torio 232	Cesio 137
Macroalgas	9-55	<13-744	<7-305	<3-25
Mejillón (parte blanda)	100-162	140-240	<7	<3-20
Caracol de mar (parte blanda)	76-141	31-179	<7	<3-22
Anchoa	94-112	38-101	<7	<3-10
Otras especies de peces	2-7	<13-198	<7	<3-25
Sedimento	5-216	<13-63	12-36	<3-138

en condiciones de laboratorio. Además, se investigó el cesio 137 en mejillones y especies de macroalgas en las condiciones del Mar Negro contaminado después del accidente de Chernóbil. Se observó que los períodos de semidesintegración biológica del cesio 137 en los mejillones y las macroalgas eran de 63 días y de 19 a 29 meses, respectivamente.

Esas conclusiones se derivan de los resultados obtenidos en un programa coordinado de investigaciones del Organismo, ejecutado de 1993 a 1996, sobre la aplicación de las técnicas de trazadores en estudios de los procesos y de la contaminación en el Mar Negro. El programa demostró que las concentraciones de radionucleidos antropógenos en el medio ambiente del Mar Negro, aunque son mucho más altas que en otras partes del océano mundial, son tales que no se puede esperar que traigan consecuencias radiológicas significativas para el público.\*

Turquía también ha participado activamente en los proyectos de cooperación técnica del OIEA, regionales y nacionales. Un proyecto regional, iniciado en 1995 y titulado "Evaluación del medio ambiente marino en la región del Mar Negro", incluye laboratorios ubicados en Turquía y en otros cinco países de la región. Este proyecto ayuda a los países que bordean el Mar Negro a elaborar programas de vigilancia de radionucleidos en el medio marino y de respuesta a emergencias, coordinados a nivel regional, y a evaluar los procesos clave que determinan el destino final de los contaminantes en el Mar Negro, utilizando trazadores radiactivos.

\*Véase "Un mar de cambiante fortuna, desarrollo sostenido en la región del Mar Negro", Boletín del OIEA, Vol. 40, No. 3 (1998).

Un proyecto nacional de cooperación técnica de Turquía, aprobado en 1997, está dirigido a aplicar técnicas nucleares en los estudios de la contaminación lacustre y marina. Los estudios investigaron la contaminación de la región del lago Küçükçekmece. Los científicos estudian la tasa de sedimentación en el medio ambiente del lago salobre. Se proyecta aplicar el estudio de la retención de sedimentos en el análisis de la radiactividad del material sedimentado en el medio ambiente costero de la región turca del Mar Negro.

**Contaminación química.** Los metales se introducen a través de los ríos o la descarga directa de desechos industriales en el Mar Negro. Además, la contaminación por hidrocarburos y los contaminantes transportados por el aire aumentan los niveles de los metales pesados en el Mar Negro. Por otra parte, la región occidental del Mar Negro se ha contaminado debido a los desechos químicos contenidos en barriles vertidos irresponsablemente en el pasado por barcos extranjeros.

En un estudio, se observó que las concentraciones de muchos elementos en partículas suspendidas en el aire eran un factor dos veces mayor en la parte occidental del Mar Negro, en comparación con las concentraciones correspondientes en la parte oriental. Ese estudio también demostró que Europa es la principal fuente de metales antropógenos en la atmósfera del Mar Negro.

Pese a las crecientes preocupaciones respecto de la contaminación del Mar Negro con metales, no se dispone de datos sistemáticos de la región para realizar evaluaciones o establecer una base de datos. Para poner fin a esta deficiencia, el ÇNAEM y el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Estambul iniciaron, en 1988, un estudio de

colaboración sobre los niveles de los metales en el medio ambiente marino del Mar Negro. El objetivo del proyecto es determinar sistemáticamente la concentración de metales en macroalgas y las muestras de sedimentos, y estudiar la variabilidad estacional y del lugar de toma de muestras.

Al mismo tiempo, con los estudios se han determinado las concentraciones de los metales en diversas especies de peces de este mar durante el período comprendido entre 1987 y 1989. Los resultados demostraron que las concentraciones de metales en macroalgas aumentaron gradualmente en las aguas costeras turcas del Mar Negro durante los años investigados. Por otra parte, los niveles de los metales en los peces no cambiaron en los últimos diez años. En el medio ambiente acuático, muchos metales suelen estar ligados a partículas de materiales y las tasas de deposición son relativamente rápidas. Por esa razón, los análisis del sedimento tienen gran valor como indicadores de los niveles de contaminación. (*Véase el cuadro de la página 13.*)

Los contaminantes más importantes del medio ambiente marino de la región turca del Mar Negro son los hidrocarburos de petróleo. La contaminación por hidrocarburos fue la causa principal de la degradación ecológica observada durante el período comprendido entre 1970 y 1995, en la parte occidental de este mar. Fracciones de petróleo o de crudos entraron en el Mar Negro debido a derrames y descargas relacionadas con el transporte marino, las descargas urbanas, la escorrentía de los ríos y el lastre de petroleros. Como resultado, murieron muchas gaviotas y otras especies de aves.

Al mismo tiempo, se sabe muy bien que los hidrocarburos de petróleo pueden afectar negativamente a los organismos

marinos. En concreto, los productos del petróleo a baja concentración pueden inhibir el crecimiento y la división celular de las algas fitoplanctónicas. A concentraciones elevadas, pueden ocasionar la disminución de la división celular, la velocidad de la fotosíntesis y la muerte de las algas. Por esas razones, en 1995, se había degradado gravemente una cadena alimentaria (fitoplancton-zooplancton-anchoa) en el Mar Negro. Sin embargo, esta cadena alimentaria se ha recuperado gradualmente después que los guardacostas de Turquía aplicaron medidas preventivas en relación con la descarga del lastre y de las aguas de sentina de los buques.

Las concentraciones de plaguicidas suelen ser más elevadas en la parte oriental del Mar Negro que en la occidental, lo que se atribuye a las aplicaciones de plaguicidas en hábitats muy diversos, incluidas las tierras agrícolas y las plantaciones de té y avellanas. En un estudio, se determinaron los residuos de plaguicida en diversos peces del Mar Negro durante 1974 y 1975. Ahora se realizarán análisis de plaguicidas en especies de peces, caracoles de mar y mejillones, capturadas en diferentes estaciones ubicadas en el Mar Negro durante el período 1997-1999.

Las concentraciones de nitrógeno de amoníaco, ortofosfato y detergente aniónico se determinaron en diferentes estaciones del Mar Negro en 1997 y 1998. Por lo general, los resultados indican que la costa turca del Mar Negro no es eutrófica. Por otra parte, la tasa de eutroficación aumenta gradualmente en focos críticos industriales cercanos a las descargas de aguas residuales. Los estudios muestran, además, que la contaminación microbiana se relaciona con las descargas de aguas residuales de zonas urbanas. □

# LOS INSTRUMENTOS Y SERVICIOS ADECUADOS

## SERVICIOS DE INSTRUMENTACION DEL OIEA PARA APLICACIONES NUCLEARES

POR ANDRZEJ MARKOWICZ, MIKLOS GARDOS,  
STEFAN HOLLENTHONER, Y STANISLAW WIERZBINSKI

Los instrumentos científicos y técnicos son componentes indispensables de las actividades encaminadas a desarrollar y aplicar con eficacia las tecnologías nucleares y de las radiaciones en pro del progreso económico y social. Sin los instrumentos adecuados para trabajar --y sin una buena capacitación sobre cómo utilizarlos sin riesgos--, no puede avanzarse mucho para obtener los resultados deseados.

Durante los últimos 50 años, se han creado diversos instrumentos y equipo avanzados para las aplicaciones nucleares con fines pacíficos. Esos modernos y sensibles instrumentos requieren un servicio y un mantenimiento esmerados para que funcionen correctamente.

Por intermedio de sus laboratorios en Seibersdorf, Austria, el OIEA ayuda a los países a aumentar sus conocimientos especializados y a mejorar las infraestructuras que le permitan reparar y mantener en servicio los instrumentos nucleares, así como diseñar y fabricar instrumentos especializados y módulos electrónicos, que no pueden adquirirse en la red comercial ni satisfacen necesidades específicas. Esos instrumentos se utilizan en diversos campos, incluidos la vigilancia de la contaminación ambiental, las investigaciones y la fabricación industriales, la atención de la sanidad humana y la producción agrícola y de alimentos. La Dependencia de Instrumentación, en los Laboratorios de Seibersdorf, en colaboración con la Sección de

Física del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del Organismo, lleva a cabo las actividades del OIEA relacionadas con la instrumentación nuclear. Todos los proyectos están muy vinculados a los programas de cooperación técnica.

En el presente artículo se examinan los servicios y las actividades relativos al desarrollo de la instrumentación nuclear, y a la capacitación y apoyo técnico conexos. La Dependencia de Instrumentación del OIEA trabaja en el diseño y la creación de diferentes tipos de juegos de documentación para la capacitación, a menudo, junto a becarios de especialidades científicas, procedentes de países en desarrollo que utilizan instrumentación afín. Por otra parte, para apoyar los programas de cooperación técnica del OIEA, se organizan cursos de capacitación especializada en equipo esencial para ejecutar los proyectos, y se ofrece apoyo técnico en la selección y evaluación de instrumentos nucleares. Otros servicios que presta a los laboratorios de los Estados Miembros son el suministro de piezas de repuesto y de documentación técnica, y un servicio de distribución de correo electrónico para intercambiar información sobre instrumentación nuclear.

Esas actividades satisfacen importantes necesidades. La instrumentación nuclear es un campo en el que los cambios se producen rápidamente, y que está muy influido por los avances y las innovaciones tecnológicos

que introducen en el mercado instrumentos y equipo mejores y más avanzados. Esos factores subrayan la importancia de prestar apoyo técnico y servicios de capacitación para mejorar las capacidades de los países que incluyen las aplicaciones e instrumentos nucleares en sus programas nacionales de desarrollo.

### DISEÑO Y DESARROLLO DE INSTRUMENTOS

Entre las actividades que el OIEA realiza están el diseño y la construcción de instrumentos y módulos electrónicos, necesarios para ejecutar proyectos en los Estados Miembros.

**Vigilancia radiológica.** Para apoyar algunos programas en Grecia, Portugal y Viet Nam, el OIEA creó un sistema de vigilancia de chimeneas para instalaciones nucleares. El sistema, que se basa en el uso de computadoras y es móvil, se diseñó para vigilar las muestras de efluentes gaseosos de partículas radiactivas, el yodo y los gases nobles que emiten los reactores u otras instalaciones nucleares. El bloque de detención está compuesto por dos detectores --uno de partículas y otro de yodo--, que van colocados en una cámara de muestreo compacta y blindada; un detector de gases

---

*El Sr. Markowicz es Jefe de la Dependencia de Instrumentación de los Laboratorios de Seibersdorf del OIEA, y los señores Gardos, Hollenthoner y Wierzbinski son funcionarios de la Dependencia.*

nobles instalado dentro de la chimenea para aumentar la sensibilidad; una bomba de vacío; un anemómetro; válvulas de control; un regulador lógico programable; un amplificador; un analizador monocanal; y fuentes de alta tensión. La computadora y la impresora pueden ubicarse a 100 metros de la chimenea.

Con una computadora personal se obtienen los datos y se procesan, presentan, registran y notifican los resultados y se envían los avisos y las alarmas. Los resultados se imprimen, en caso de alarma o cuando sea necesario. El indicador permite conocer la tasa de flujo de aire, la concentración de radiactividad en el filtro de los canales de partículas y de yodo, y las tasas de emisión de partículas radiactivas, de yodo y de gases nobles.

**Vigilancia ambiental.** Para apoyar las actividades que se llevan a cabo en el campo de la vigilancia de la contaminación ambiental, se desarrolló un sistema de cambiadores de muestras y de posicionamiento de detectores para el análisis por activación neutrónica (AAN). El AAN es una técnica de uso común en los laboratorios científicos, y el cambiador garantiza que las muestras activadas para la medición queden separadas y bien protegidas del detector. El cambiador recoge las muestras situadas en un compartimiento de almacenamiento (con capacidad para hasta 100 muestras) y las transporta a una distancia de 2,5 metros antes de colocarlas en un soporte giratorio de muestras ubicado frente a un detector. La cámara de medición, blindada con plomo, se cierra automáticamente y se inicia la medición. Cuando ésta termina, la muestra se cambia automáticamente. Todo el proceso se controla mediante un microprocesador y un programa que permite al operario predeterminar los parámetros

de medición. Las funciones integradas de control y las comprobaciones garantizan que no se pierda ninguna muestra. La información en línea mantiene al operario continuamente informado acerca de la situación en el sistema y permite corregir los problemas, si se notifica algún error.

La característica de posicionamiento automático del detector permite al operario moverlo y orientarlo en dirección longitudinal. Un programa especializado permite al operario determinar una secuencia de mediciones, es decir, con qué frecuencia tiene que medirse una muestra a diferentes distancias. Eso es particularmente importante durante la calibración de un sistema de espectrometría gamma a elevadas tasas de recuento, lo que suele darse en un análisis por activación neutrónica.

**Análisis de materiales.** Un método sencillo y eficaz para analizar materiales ambientales, biológicos y geológicos es la espectrometría de fluorescencia X, que ofrece la singular ventaja de que puede utilizarse fácilmente con muestras muy diversas. No requiere ninguna preparación de la muestra o sólo una preparación mínima. El método se emplea en todo el mundo para el análisis de materiales geológicos y la vigilancia de la contaminación ambiental.

Por sus aplicaciones generalizadas, la fluorescencia X se ha convertido en un elemento fundamental de la Dependencia de Instrumentación del OIEA, que ha diseñado y desarrollado varios sistemas auxiliares, entre ellos, un cambiador de muestras para un espectrómetro de fluorescencia X, basado en la dispersión de la energía mediante el empleo de un tubo de rayos X de alta tensión. El cambiador de muestras tiene una capacidad para hasta 12 muestras. Cuando se enciende la unidad de control, el cambiador pasa a la posición cero

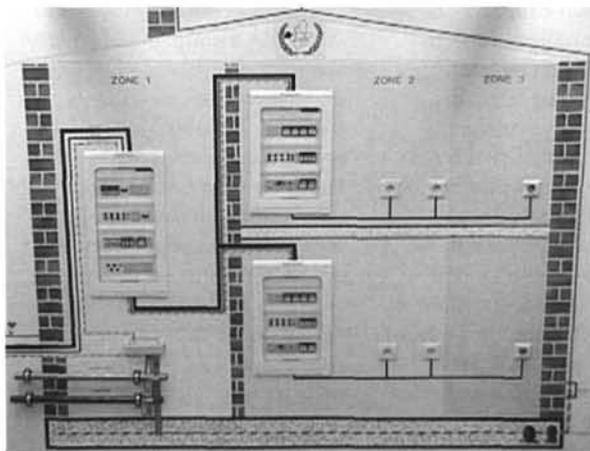
y espera hasta que un analizador multicanal (AMC) emite la señal de proceder. Esa señal inicia la rotación del cambiador y lo hace avanzar hacia la posición siguiente. Cada vez que las muestras se cambian, el AMC recibe una señal de ocupado. Tan pronto la señal desaparece, empieza una nueva medición. El sistema indica la terminación de un ciclo completo, enviando una señal de ocupado permanente al AMC. La presentación digital del panel frontal permite al operario conocer la situación del sistema. El cambiador de muestras puede adaptarse fácilmente a otros espectrómetros de fluorescencia X de laboratorios analíticos nacionales.

**Lucha contra los insectos.** La mosca mediterránea de la fruta (Moscamed) se encuentra entre los insectos más dañinos para los cultivos, las economías agrícolas y el comercio mundial, ya que ataca a más de 250 especies de frutas y vegetales en muchas regiones del mundo. Uno de los métodos eficaces para luchar contra la Moscamed y otros tipos de plagas de insectos, o para erradicarlos, es la técnica de los insectos estériles (TIE), que se usa en campañas integradas de erradicación a escala zonal. Las moscas se crían en masa, en laboratorios, y después son sometidas a las radiaciones gamma, que las esteriliza, pero, por lo demás, les permite mantenerse sexualmente activas. El apareamiento de los machos que se sueltan, con las hembras de las zonas silvestres no produce descendencia, por lo que, con el tiempo, se suprime la población del insecto, ya que se crían más machos estériles que se sueltan en la zona de control. La TIE se ha utilizado con éxito en muchas regiones del mundo para luchar contra la Moscamed: Chile, México y los Estados Unidos.

A los fines del control de calidad y la eficiencia, el OIEA diseñó un clasificador de pupas

de Moscamed que se utiliza en la operación de cría en laboratorio. Ese clasificador separa y cuenta una muestra de las pupas según su color (marrón en el caso de los machos y blanco en el de las hembras). Está compuesto por una unidad electromecánica y un compresor portátil. La bandeja del alimentador, con forma de taza, tiene una capacidad de hasta 1000 pupas. A medida que las pupas se desplazan lentamente hacia el borde del alimentador, un sensor detecta su color y activa un chorro de aire destinado a enviar hacia otro lado las pupas blancas, así se separan los machos de las hembras. Después, las pupas de color marrón y blanco pueden ser recogidas por separado y ser contadas antes de evaluarlas nuevamente.

**Dosimetría radiológica.** Los instrumentos que miden con precisión las dosis de radiación son instrumentos importantes de la industria y la medicina modernas, que dependen de las tecnologías nucleares y de las radiaciones. La Dependencia de Dosimetría de los Laboratorios de Seibersdorf utiliza un sistema de medición de altas dosis y emplea la alanina como dosímetro de transferencia, para el cual la Dependencia de Instrumentación diseñó un equipo especial que permite apoyar la calibración con especificaciones exactas. La calibración tiene que realizarse en un irradiador Gammacell de cobalto 60 a diferentes temperaturas estables y controladas. La duración de la irradiación es bastante larga (hasta unos cuantos días), y en la cámara pueden colocarse muchos dosímetros y someterlos



simultáneamente a las radiaciones.

## INSTRUMENTOS, CURSOS Y JUEGOS DE DOCUMENTACION PARA LA CAPACITACION

No puede subestimarse la importancia de ofrecer capacitación en mantenimiento, reparación y diseño de instrumentos nucleares. Es preciso preparar cursos y materiales para la capacitación con miras a abordar los avances tecnológicos que se registran en la electrónica y las necesidades de instrumentación de los centros científicos y de investigaciones nucleares de los países en desarrollo. Se han diseñado

juegos de documentación para la capacitación y se han preparado juegos de materiales para diversos fines.

**Acondicionamiento de la energía eléctrica.** El suministro ininterrumpido de energía eléctrica es decisivo para el adecuado funcionamiento de los instrumentos nucleares y electrónicos en los países en desarrollo. En términos generales, casi la mitad de los daños que sufren los instrumentos se debe a alteraciones en el suministro de las redes eléctricas, y es indispensable adoptar medidas de protección. La Dependencia de Instrumentación ha creado una pizarra eléctrica de demostración con dos objetivos básicos:

- mostrar las redes de suministro de electricidad para un edificio de laboratorio típico; los diferentes sistemas de conexión a tierra y la construcción de pararrayos; la instalación de la protección en tres zonas y el sistema de

*Fotos: (Arriba) Especialistas de los Laboratorios del OIEA reparan módulos electrónicos en puestos de trabajo. (Abajo a la izquierda) Vista frontal del panel para la capacitación en el acondicionamiento de la potencia; (derecha) Primer plano del clasificador de pupas de la Moscamed. (Cortesía: Laboratorios del OIEA, en Seibersdorf; Cortesía: Calmal OIEA)*

conexión a tierra equipotencial; y la construcción de accesorios y dispositivos básicos para la conexión a tierra.

■ realizar ejercicios con diferentes sistemas de conexión a tierra; y enseñar el funcionamiento de la protección contra sobretensiones.

La pizarra para la capacitación se adosa a un gran tablero contrachapado, en cuya parte frontal se muestra el corte transversal de un edificio y las conexiones de cables eléctricos procedentes de una estación de transformadores exterior y los cables internos entre las pizarras de distribución. La demostración de esas pizarras, las barras equipotenciales y la protección en tres zonas contra sobretensiones se efectúa utilizando componentes reales.

**Paneles de control y mando e instrumentos para la reparación de módulos electrónicos.** En los laboratorios se emplean cada vez más instrumentos digitales y electrónicos que son ejemplo de lo que se conoce como "tecnología de montaje en superficies" (SMT)". El mantenimiento y la reparación de esos instrumentos es una tarea difícil, que requiere disponer de un conjunto de herramientas específicas, incluidos eficaces microscopios. La Dependencia de Instrumentación ha adaptado algunos instrumentos para la capacitación en la reparación de los módulos y equipo basados en la SMT, entre ellos, un juego de herramientas para usarlo con esa tecnología, utilizado en el ensamblaje y la reparación sencillos; un sitio para soldadura blanda con varillas especiales; y sitios para el reprocesamiento mediante rayos infrarrojos. Una de las estaciones de reprocesamiento --que puede ser utilizada eficazmente por un operario relativamente inexperto-- es una herramienta semiautomática que utiliza emisores de rayos infrarrojos

oscuros para fundir la soldadura blanda. Primero, se dirige el rayo láser hacia el componente, la soldadura blanda se funde con luz infrarroja, y, por último, el componente se embibe con una bomba de vacío.

También se diseñaron juegos para la capacitación en la vigilancia y control de los suministros eléctricos. Los juegos para la capacitación fueron diseñados y construidos completamente en el Laboratorio del OIEA o simplemente fueron adaptados, utilizando juegos de evaluación disponibles en la red comercial. No sólo se usan para el programa de capacitación en los Laboratorios de Seibersdorf, sino que también se dan en préstamo para apoyar las actividades de capacitación que se llevan a cabo en países en desarrollo.

#### **Cursos de capacitación.**

Anualmente, la Dependencia de Instrumentación ofrece capacitación en mantenimiento de instrumentos para la espectroscopía nuclear durante seis meses a grupos de becarios. Los temas que se abordan son los principios de la detección radiológica; las características de los sistemas de espectrometría; la dosimetría y la protección radiológica; el condicionamiento de la potencia; las mediciones eléctricas; los aspectos fundamentales de la electrónica digital; los microprocesadores; los suministros eléctricos; el procesamiento mediante señales analógicas; los analizadores multicanales; la interfaz normal; la solución de problemas por computadora y los tableros especiales de computadora.

Además, la Dependencia patrocina cursos de capacitación individual en el empleo en reparación y diseño de instrumentos nucleares, establecimiento de interfaz por computadora, aplicaciones de microprocesadores y acondicionamiento de la potencia.

Entre otras actividades se incluye la de prestar apoyo en la organización de cursos y talleres de capacitación a nivel regional y nacional, como los celebrados, por ejemplo, en Egipto, Ghana, Zambia, Marruecos, Kenya, Filipinas, Jordania, Túnez y Etiopía.

## **APOYO TECNICO A LOS PAISES**

Uno de los principales puntos de atención del apoyo técnico relacionado con la instrumentación nuclear es prestar asistencia a los laboratorios científicos y a los centros de investigación de los países en desarrollo.

En virtud de un proyecto regional de cooperación técnica y varios proyectos nacionales, se suministran piezas de repuesto y documentación técnica a 18 países de Africa. También se presta apoyo para la evaluación y selección de instrumentos, tanto en relación con proyectos de cooperación técnica como con otras actividades del programa del OIEA. En años recientes, se realizó la evaluación de equipo para fines de salvaguardias, y para apoyar proyectos que se ejecutan en Siria, Líbano y Zambia.

Gracias a otra iniciativa, se distribuye a algunos países africanos, mediante correo electrónico, información técnica, información actualizada, y se presta asesoramiento sobre instrumentación nuclear. El servicio se inició tras los debates celebrados en un Seminario Regional sobre estrategias para el mantenimiento de equipo científico, que tuvo lugar en Jartún, Sudán, en abril de 1996. Actualmente, unos 50 participantes de Africa (y de otras regiones) se han registrado para recibir el servicio de distribución por correo electrónico e intercambian experiencias e información beneficiosas para las diversas aplicaciones de los instrumentos nucleares. □

# SELLOS DEL DESARROLLO

## SELLOS DE CORREO DESTACAN LA HISTORIA DEL URANIO

POR FATHI HABASHI

Los sellos de correo se han convertido en un valioso medio de comunicación que reproduce, en muchas formas, hitos de la historia. Los países los han utilizado para dejar constancia de importantes sucesos, homenajear a personas y obras distinguidas y resaltar los acontecimientos significativos. En los sellos pueden encontrarse muchos hechos históricos, a veces desconocidos, algunos de los cuales serían difíciles de hallar en los libros de historia o de ciencia. Creados, a menudo por artistas, los sellos dan a conocer el desarrollo cultural alcanzado por el mundo en las esferas de la música, la pintura, la fotografía, la escultura y las ciencias.

Una parte descriptiva de la colección mundial de sellos ilustra el desarrollo de los recursos naturales, desde el oro hasta el uranio. Estos sellos representan el importante papel que la exploración y la extracción mineras han desempeñado en el desarrollo nacional de muchos países. En un libro recientemente publicado en Canadá (véase al pie de página una nota sobre el autor) figuran reproducciones, en colores y ampliadas, de unos 900 sellos que abarcan la extracción minera, la exploración de minerales, la metalurgia y los metales. A continuación, se presenta una selección de sellos emitidos por varios países sobre la historia del uranio, su exploración y extracción, así como sobre la ciencia nuclear.



En los Estados Unidos, un sello, emitido en 1998 y titulado "Western Mining Prospector", rinde homenaje al papel de los mineros en el desarrollo del país. Por ejemplo, el comienzo de la región oeste de los Estados Unidos se debió, en gran parte, al minero solitario que tomó uno o dos mulos y provisiones para algunos días, a fin de irse a explorar en busca de oro u otros minerales.



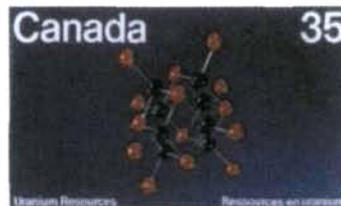
Los recursos minerales del Canadá se destacan en una colección de sellos de 1946, que incluye la representación fotográfica del Gran Lago del Oso, en los territorios del noroeste, y que muestra el lugar donde Gilbert A. LaBine (1890-1977) descubrió la peblendita, en 1930. Esos son los yacimientos donde se produjeron, durante muchos años, todos los concentrados de radio y uranio del Canadá. LaBine estableció una refinería en Port Hope, Ontario, para producir radio a partir de la peblendita, pero le fue difícil vender el producto hasta que se generó la demanda de uranio debido a las investigaciones para la fabricación de las armas nucleares durante la Segunda Guerra Mundial. El gobierno federal adquirió el control de su compañía, en 1942, y la nacionalizó dos años después con el nombre de Eldorado Mining and Refining. LaBine siguió siendo su presidente hasta 1947. Actualmente, se privatizó y se conoce como Cameco.



En 1977, Sudáfrica emitió un sello titulado "Uranium Development" para conmemorar 25 años de desarrollo de centrales nucleares; en el sello se muestra el símbolo del átomo.



En 1977, Portugal emitió un sello sobre sus yacimientos de uranio.



En 1980, se emitió otro sello canadiense sobre los recursos naturales titulado "Uranium Resources", que muestra la estructura cristalina del óxido de uranio, conocida en la naturaleza como uraninita y que tiene la estructura de la fluorita. Los yacimientos minerales que contienen 0,2% de uranio suelen considerarse adecuados para la explotación. En el Canadá, el contenido de uranio de algunos yacimientos asciende al 15%.

El Sr. Habashi es Profesor de Metalurgia Extractiva del Departamento de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Materiales de la Universidad de Laval, Ciudad de Quebec, Canadá G1K 7P4 y coautor, junto a D. Hendricker y C. Gignac, del libro *Mining and Metallurgy on Postage Stamps* (ISBN 2-980-3247-4-4), publicado por *Métallurgie Extractive Quebec* y distribuido por la Librería de la Universidad de Laval.  
Correo electrónico: Fathi.Habashi@ar.ulaval.ca.



En 1965, el Gabón emitió un sello que representa las operaciones de explotación en Mounana. Fue en la mina Oklo donde se descubrió el fenómeno de la fisión natural, y se hallaron trazas de plutonio natural.



En 1992, Polonia emitió un sello titulado "Ra", símbolo del radio, descubierta, en 1898, por María Curie, química polaco-francesa. En 1993, se emitió otro sello titulado "Po", símbolo del



polonio, primer elemento radiactivo descubierto y aislado por María Curie, quien designó al elemento con ese nombre en honor a su país natal, que en esos momentos se encontraba dividido entre Rusia, Prusia y Austria.



En 1982, San Marino emitió un sello en honor a Madame Curie, titulado "RaA", que significa radio-A, nombre histórico

del isótopo de polonio. El polonio y el radio son productos de la desintegración del uranio.



La ex Checoslovaquia emitió un sello que muestra un átomo radiactivo en honor a la histórica mina de Joachimsthal. Se envió a Madame Curie un vagón cargado de residuos de la extracción del uranio de la mina, para la investigación de los elementos radiactivos.



En 1967, Francia rindió homenaje a María Curie (1867-1934) con la emisión de un sello al cumplirse el centenario de su nacimiento. El sello muestra su retrato junto al recipiente de vidrio donde ella evaporó la solución de cloruro de radio y la vio brillar en la oscuridad debido a su radiactividad.

Otto Hahn (1879-1968), químico alemán quien obtuvo el Premio Nobel en 1944, aparece en un sello emitido en 1979 por la ex República Democrática Alemana al



cumplirse el centenario de su nacimiento. El sello muestra a Hahn y la ecuación de la fisión del uranio, reacción descubierta por él en 1938, con la colaboración de Fritz Strassmann. Años después, esa reacción sirvió de base para fabricar la bomba atómica en los Estados Unidos de América. En 1917, Hahn también descubrió el elemento radiactivo pro-

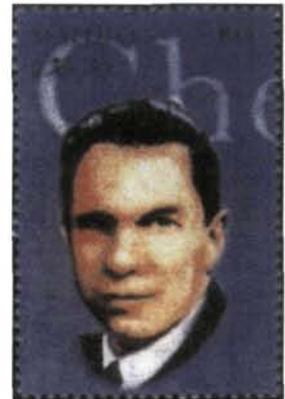
tactinio, con la colaboración de Lisa Meitner (1879-1968), física austríaca.

En 1978, Austria emitió un sello en homenaje a Lisa Meitner al cumplirse el centenario de su nacimiento; el sello muestra a Meitner y el modelo de Rutherford de un átomo, propuesto en 1911. El protactinio fue reconocido



como producto de desintegración del uranio 235 y padre del actinio que éste forma por la emisión de una partícula alfa.

Las Islas Maldivas emitieron un sello en honor de la labor realizada por Glenn T. Seaborg (1912-1999), químico estadounidense, quien junto a varios otros científicos, es conocido por el descubrimiento de los elementos transuránicos.



Además de los sellos que se muestran en el presente trabajo, la Administración Postal de las Naciones Unidas (APNU) emitió sellos sobre la energía atómica y el OIEA. Véanse las páginas Web de la APNU en [www.un.org/Depts/UNPA](http://www.un.org/Depts/UNPA). Si necesita ayuda para encontrar los sellos y las colecciones, véase también el sitio de la Internet en [www.zillionsoftstamps.com](http://www.zillionsoftstamps.com)

## PRODUCCION DE URANIO : SIMPOSIO INTERNACIONAL EXAMINA CUESTIONES CLAVE

Los expertos mundiales prevén el mantenimiento de un suministro estable de uranio para abastecer de combustible a las centrales nucleares. Se llegó a esa conclusión en el Simposio Internacional sobre el ciclo de producción de uranio y el medio ambiente, celebrado del 2 al 6 de octubre de 2000 en el OIEA, Viena. En la reunión participaron especialistas de unos 40 países, el Organismo Árabe de Energía Atómica, la Comisión Europea, la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, la Oficina de Supervisión Científica y Medio Ambiente de Australia, las Naciones Unidas, el Instituto del Uranio, el Banco Mundial, el Consejo Mundial de la Energía y el Instituto de Energía Nuclear.

En las exposiciones presentadas en el Simposio, se destacó que los 4 millones de toneladas de recursos de uranio conocidos deben durar alrededor de 65 años, con las actuales tasas de consumo del producto, sin contar la reelaboración. Según las estimaciones, los recursos potenciales aún no descubiertos añadirían 16 millones de toneladas, lo que extendería el plazo a casi 300 años. Sin embargo, se requiere realizar considerables esfuerzos en materia de exploración, a fin de descubrir dichos recursos e incorporarlos a la reserva. La producción de uranio notificada se mantuvo estable en unas 35 000 toneladas anuales, durante el pasado decenio; Australia y el Canadá produjeron aproximadamente el 50%. En esos dos países, las operaciones se iniciaron, en 1999, en el yacimiento de alta ley del Río McArthur, del Canadá, y en el año 2000, se previó una producción de 4200 toneladas; en Australia se concedió el permiso

para explotar el yacimiento de baja ley de Beverly. Durante 1999, el precio al contado en el mercado del uranio continuó disminuyendo y se mantiene en bajos niveles.

En el Simposio, se prestó mucha atención a las medidas necesarias para asegurar el suministro de uranio a largo plazo, con objeto de mantener los programas de energía nucleoelectrónica, sin dejar de tomar en consideración las lógicas preocupaciones por los efectos de la producción de uranio en el medio ambiente y la salud.

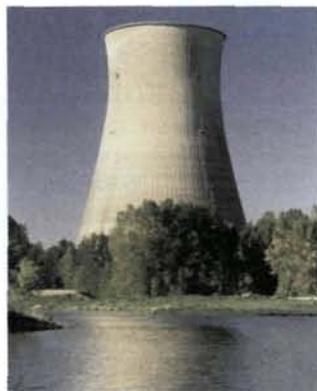
Otra cuestión importante abordada durante el debate fue la necesidad de aumentar la participación de la comunidad local en la planificación y supervisión de las operaciones de producción de uranio. Otros temas fueron las perspectivas del suministro de uranio para 2050, así como las descripciones de varias minas y plantas de tratamiento de uranio mundiales, donde se emplea una tecnología mejorada e innovadora con miras a aumentar la eficiencia, sin dejar de cumplir las rigurosas normas ambientales que existen en muchos países. Se examinaron ejemplos de cómo se utiliza el proceso de evaluación de los efectos en el medio ambiente para planificar y autorizar los proyectos modernos en Australia, Estados Unidos de América y Canadá.

Hubo acuerdo general en cuanto a que la extracción del uranio no se diferencia de otros procesos mineros. Sin embargo, los actuales proyectos de extracción del uranio están sujetos a normas de supervisión y regulación más estrictas que otros proyectos de extracción, debido fundamentalmente a las preocupaciones del público por los posibles riesgos radiológicos. Algunas instalaciones de producción de uranio obtuvieron premios

porque sus operaciones de explotación fueron de las más seguras y avanzadas desde el punto de vista ambiental en el mundo de la minería. Recibieron un reconocimiento por producir uranio durante varios años sin tener accidentes que provocaran la pérdida de tiempo de trabajo o por realizar sus operaciones, con poco o ningún efecto negativo, en el medio ambiente circundante. Algunas de esas instalaciones premiadas por sus operaciones están ubicadas en África, el Canadá y los Estados Unidos de América. □

### EXAMEN MUNDIAL

En el año 2000, el OIEA y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos publicaron conjuntamente el estudio más reciente sobre el mercado mundial del uranio. El estudio, denominado el "Libro Rojo", se basa en datos oficiales de 49 países, incluida nueva información procedente de importantes centros del uranio de África, América del Norte, Australia y Europa oriental. Los ejemplares pueden solicitarse por la Internet mediante las páginas Web de la AEN en [www.nea.fr](http://www.nea.fr).



# CAMINOS HACIA EL NUEVO SIGLO

## PUNTOS DE VISTA SOBRE EL DESARROLLO NUCLEAR 20 AÑOS ATRAS



*Cuando el segundo Director General del OIEA --Dr. Sigvard Eklund-- falleció hace poco más de un año, en enero de 2000, la comunidad internacional rindió homenaje a un distinguido y consagrado líder del desarrollo nuclear con fines pacíficos. Los Estados Miembros del OIEA de todo el mundo elogiaron su labor como Director General del Organismo durante veinte años, de 1961 a 1981. Tras su jubilación, en 1981, la Junta de Gobernadores del Organismo le confirió el título de Director General Emérito del OIEA por su excepcional trayectoria como director general y sus logros como estadista y científico.*

*En una de sus últimas declaraciones oficiales como Director General del Organismo, ante la Asamblea General de las Naciones Unidas, en Nueva York, el 10 de noviembre de 1981, el Dr. Eklund examinó la situación nuclear mundial en relación con la labor del Organismo. En el presente artículo se reproducen extractos seleccionados de esa declaración en honor de su significativo legado y sus perdurables aportes al OIEA y a la asistencia internacional.*

**E**n 1961, la utilización pacífica de la energía nuclear apenas comenzaba a mostrar sus beneficios, con unas cuantas centrales nucleares pequeñas en explotación, en algunos países. A finales de 1980, estaban funcionando 253 reactores de potencia en 22 Estados Miembros del OIEA, que generaban el 8% de la electricidad del mundo. Es posible pronosticar, con un alto grado de probabilidad, que esa cifra se elevará al 17%, en 1985. Ello equivale a lo que podría producirse quemando la producción anual total de petróleo de Arabia Saudita, tal como se la conoce actualmente. Así, es evidente que la energía nuclear tiene un efecto significativo al reducir la necesidad de quemar combustibles fósiles. La energía nuclear ayuda a reducir la presión que se ejerce sobre los suministros de petróleo.

Durante esos dos decenios, también se ha logrado una madurez comparable en la utilización de otras técnicas nucleares en las esferas de la agricultura, la medicina y la industria. Además, varios países han superado los problemas del reactor reproductor rápido, que convertiría prácticamente en limitado el potencial suministro de energía nuclear. Se espera que el primer reactor a escala natural entre en funcionamiento dentro de dos años.

También comenzamos a observar un renovado interés en la utilización de reactores nucleares como fuentes de calefacción urbana y de locales, que absorben casi la mitad del

consumo de energía en países de clima frío.

Las centrales nucleares dependen de los servicios del ciclo del combustible para el suministro de ese elemento y para el procesamiento del combustible gastado y los desechos. En 1961, sólo algunos Estados poseedores de armas nucleares tenían capacidad para enriquecer uranio. Esa tecnología era un secreto celosamente guardado y, en aquel momento, sólo uno de esos países suministraba uranio enriquecido a la industria de la energía nucleoléctrica. Hoy día, unos 10 países han desarrollado, o están desarrollando, diversas tecnologías para el enriquecimiento, y varios ya disponen de suministros comerciales.

En 1961, solamente los cuatro Estados poseedores de armas nucleares explotaban plantas para el reprocesamiento del combustible gastado. Eso se hacía, principalmente, a fin de obtener plutonio para las armas nucleares. Actualmente, más de diez países acometen, o acometerán próximamente, el reprocesamiento a escala piloto o comercial, con objeto de satisfacer requerimientos del ciclo del combustible para programas de energía nuclear con fines pacíficos.

Sobre este punto, conviene recordar que este proceso de evolución se ha logrado sin la pérdida de una sola vida, debido al funcionamiento de los componentes nucleares de las centrales energéticas para uso civil, y sin una sola emisión grave de radiación al público,

incluso en el peor accidente que hasta ahora se haya producido.

No obstante, como todos sabemos, en los últimos años, el futuro a largo plazo de la energía nuclear se ha vuelto incierto en algunos países. Por ejemplo, los Estados Unidos --que tanto hicieron para fomentar la energía nucleoelectrica-- no han dispuesto la creación de ninguna nueva central nuclear durante los últimos cuatro años, muchas han sido canceladas y no hay ninguna en perspectiva. Varios otros países industriales enfrentan situaciones similares: disminución de nuevos pedidos y aplazamiento o cancelación de muchos de los pedidos actuales. Resulta paradójico que este giro haya ocurrido en momentos en que el panorama de la energía ha empeorado y en que la necesidad de encontrar opciones al petróleo se ha agudizado evidentemente cada vez más.

En importante medida, la declinación nuclear pudiera atribuirse a un crecimiento menor de lo previsto en la demanda de electricidad y a las altas tasas de interés que afectan negativamente a los proyectos de construcción con uso intensivo de capital. Sin embargo, al mismo tiempo, no puede negarse que la oposición del público ha desempeñado cierto papel en el rechazo a la opción nuclear de algunos países y en las largas demoras que se experimentan en otros. Por ejemplo, el tiempo necesario para construir una nueva central nuclear en los Estados Unidos se ha extendido ahora a un período de unos 12 a 14 años, en Francia y el Japón se requiere la mitad de ese tiempo. En esas circunstancias, no es sorprendente que la electricidad de origen nuclear cueste la mitad de la generada con carbón en Francia, sino que a veces la balanza se inclina del lado contrario en los Estados Unidos. A modo de ejemplo, permítaseme referirme al director de la

Comisión de Electricidad de Francia, quien recientemente dijo que durante algunos días de verano, solamente se utiliza energía nuclear e hidroeléctrica. En otras palabras, toda la electricidad de Francia, a veces es producida solamente por centrales nucleares y estaciones hidroeléctricas.

En ninguna parte los efectos de la crisis de energía se han sentido con más fuerza que en los países en desarrollo, donde el alto costo del petróleo y del carbón a menudo ha invertido la tendencia del crecimiento económico.

Hasta ahora, la energía nucleoelectrica ha hecho poco para mitigar ese problema. Sólo contribuyó con el 1% de la producción de electricidad en el mundo en desarrollo durante el año pasado. En la actualidad, sólo cuatro Estados Miembros en desarrollo pertenecientes al Organismo explotan centrales nucleares, y se espera que en 1990 ese número pueda incrementarse a un máximo de 10. Sin embargo, las perspectivas de la introducción de la energía nucleoelectrica en los países en desarrollo mejorarían, si en el mercado hubiera centrales nucleares más pequeñas. El Organismo ha venido alentando esta tendencia y es visible un renovado interés en la industria nuclear en cuanto al diseño de esas plantas.

Entretanto, como he mencionado en numerosas ocasiones, la expansión de la energía nucleoelectrica en los países industriales podría contribuir a aliviar la presión que se ejerce sobre la demanda y los precios del petróleo, ayudando así indirectamente a los países en desarrollo que disponen de poco petróleo. El alivio de la presión sobre la demanda y los costos del petróleo permitiría que los países en desarrollo construyeran sus sistemas convencionales de generación en la medida

y magnitud que justificasen la introducción de la energía nucleoelectrica.

Otra cuestión conexas es la seguridad de las centrales nucleares. En esa esfera, el Organismo ahora se encuentra en una etapa muy avanzada de un programa dirigido a ofrecer directrices internacionalmente convenidas con respecto al diseño, la construcción y el funcionamiento de las centrales nucleares. El OIEA también amplía sus actividades sobre el terreno y su capacidad para ayudar a los Estados Miembros en el caso de una emergencia nuclear.

**Transferencia de tecnología.** La asistencia técnica o, como la denominamos ahora, la cooperación técnica, es una de las principales funciones del Organismo, que ha alcanzado un éxito notable en lo que se refiere a ayudar a los países en desarrollo a introducir un amplio espectro de técnicas nucleares en las esferas de la agricultura, la medicina, la hidrología y la industria. El reciente crecimiento del programa de asistencia técnica del Organismo, cuyo gasto total se duplicará aproximadamente entre 1980 ( con un objetivo de 10,5 millones de dólares de los Estados Unidos) y 1983 ( con un objetivo de 19,0 millones de dólares) ha sido particularmente reconfortante. Los recientes acontecimientos acaecidos en el OIEA han demostrado que los países en desarrollo ahora están adquiriendo una conciencia cada vez mayor respecto de la contribución que la ciencia y la tecnología nucleares pueden hacer a su progreso económico y social. Muchos de nuestros Estados Miembros de las regiones del mundo en desarrollo han llegado a la madurez en la esfera nuclear y ahora desean tener una mayor participación dentro del Organismo.

**Salvaguardias.** Permítaseme ahora pasar a otra de las principales esferas de la labor del OIEA, a saber, las salvaguardias. La responsabilidad del Organismo en esa esfera emana tanto de su Estatuto como del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). Hace unos años, parecía que el número de Partes en el TNP había alcanzado el máximo. Sin embargo, recientemente se han producido incorporaciones alentadoras, especialmente del mundo en desarrollo. Notables incorporaciones son Sri Lanka, Bangladesh, Indonesia, Turquía y, en esta primavera, Egipto. Como muchos de esos países se encuentran en regiones de tirantez, su disposición a aceptar el TNP tiene gran trascendencia. Huelga decir que es de suma importancia que el TNP o las salvaguardias totales sean universalmente aceptados por todas las naciones del mundo.

El OIEA ahora aplica sus salvaguardias en todas las instalaciones nucleares que se encuentran en los Estados no poseedores de armas nucleares que son Partes en el TNP, así como en todas las instalaciones nucleares de las que el Organismo tiene conocimiento que existen en siete países que no son partes en el TNP.

En los últimos cinco años, el OIEA ha realizado un análisis y una evaluación estadísticas detalladas de la eficacia de sus actividades en materia de salvaguardias y, en ningún caso, el Organismo ha detectado ninguna discrepancia que indique la desviación de una cantidad significativa de material sometido a salvaguardias. Por consiguiente, ha llegado a la conclusión de que todos esos materiales han seguido adscritos a actividades nucleares con fines pacíficos o, de no ser así, se ha rendido cuenta adecuada de ellos.

Deseo señalar que, del grupo de países que aún no se han

adherido al TNP, hay algunos que participan en actividades nucleares importantes y que tienen capacidad, real o potencial, para producir materiales nucleares explosivos. Esas actividades no están sometidas a las salvaguardias del OIEA, lo que es motivo de seria preocupación.

Permítaseme ahora referirme a otra cuestión: el problema de la difusión de las armas nucleares. Hace 20 años, en 1961, había cuatro Estados poseedores de armas nucleares. En 1964, un quinto Estado se les unió. Desde entonces, esa cifra ha permanecido invariable. En 1974, otro país demostró que había llegado a dominar la tecnología de un dispositivo nuclear explosivo. Para mantener la cuestión en la perspectiva adecuada, cabe recordar que los cinco Estados poseedores de armas nucleares han realizado más de 400 ensayos con armas nucleares desde que otro Estado efectuó esa única explosión en 1974.

Debemos llegar a la conclusión de que los esfuerzos internacionales encaminados a limitar la proliferación de las armas nucleares a los cinco Estados poseedores de armas nucleares hasta ahora --y recalco: hasta ahora--, han tenido un éxito notable tomando en consideración que durante este período, unos 20 países o más, han aumentado considerablemente su potencial nuclear industrial. En una amplia perspectiva, puede decirse que ese logro se debe principalmente a un favorable clima político internacional. En 1961, las relaciones entre Oriente y Occidente se volvieron tirantes y las tensiones de la guerra fría caracterizaron los debates del Organismo e impidieron el desarrollo inicial de un sistema internacional de salvaguardias. Afortunadamente, con el surgimiento de la

distensión y el aumento de la comprensión mutua, pudo darse un importante paso adelante hacia la concertación del TNP, que entró en vigor en 1970.

En este aspecto, creo que es oportuno recordar la importancia fundamental de la cooperación entre los Estados poseedores de armas nucleares, Partes en el Tratado, no sólo para lograr un régimen viable de no proliferación, sino también para el pleno cumplimiento de los compromisos relativos al control de las armas nucleares, contraídos en virtud del artículo VI del Tratado. En un sentido más amplio, es indispensable un espíritu de cooperación de todas las partes para lograr resolver cualquier problema relativo a la proliferación que pueda plantearse en el futuro y para ejecutar con eficacia la misión del OIEA, de conformidad con el TNP, de verificar que no se produzcan desviaciones o de detectar toda desviación que pueda tener lugar. Si se me permite añadir, debe considerarse que el TNP se basa realmente en la mutua confianza entre los Estados poseedores de armas nucleares, y los que no las poseen, y que se nutre de esa confianza, además de ser el punto de apoyo de la cooperación internacional, destinada a sostener y fortalecer el régimen de no proliferación.

**Desafíos.** Los desafíos más importantes que hemos de enfrentar en la esfera nuclear durante los años futuros se presentan en tres direcciones:

En primer lugar, está el propio futuro de la energía nuclear. Si persisten las actuales tendencias, puede llegar el momento en que la extraordinaria importancia de la energía nuclear en algunos países se deba sólo a sus usos militares. Confío en que eso no suceda. Como manifesté en la Conferencia General del Organismo, en septiembre pasado, como miembro de la

comunidad científica, creo que a largo plazo, la lógica y la razón deben triunfar. Aquellos que están verdaderamente preocupados por la protección del medio ambiente y por salvaguardar nuestra salud y seguridad comprenderán que entre las opciones de que actualmente disponemos en materia de energía, el camino nuclear es probablemente el que menos daño ocasiona al medio ambiente y el único que no planteará el riesgo del cambio climático a largo plazo. Por tanto, espero que con un criterio de amplio alcance, se comprendan las desventajas de las alternativas y la imperiosa necesidad de contar con suministros energéticos adecuados, y que lo comprendan no sólo los dirigentes políticos, que reiteradamente en las reuniones cumbres recientes han reafirmado la importancia que otorgan a la energía nucleoelectrónica, sino también por el público en general, cuyos temores se han visto aumentados, y a quienes se les ha ofrecido la ilusión de que existen caminos "fáciles" para superar las dificultades energéticas actuales.

Esta cuestión también es crucial para el segundo desafío principal, que consiste en poner la tecnología nuclear al alcance de un mayor número de países en desarrollo y ayudar a los que ya la han incorporado a sus programas nacionales. Sus problemas son esencialmente los relacionados con la financiación, la infraestructura y el personal calificado, y no los de hacer frente a la oposición de los ambientalistas. Nuestro éxito en la solución de este desafío dependerá, en gran medida, de si existe o no una industria nuclear vigorosa en los países industrializados y de la visión para compartir los nuevos adelantos tecnológicos con los países en desarrollo.

Ya he mencionado el tercer desafío principal: el apoyo y expansión de un régimen viable de no proliferación. En mi opinión, de todos los servicios que el Organismo puede prestar a la comunidad internacional, éste es el más importante. No debemos olvidar los peligros de la proliferación. A largo plazo, ellos ocuparían el segundo lugar, inmediatamente después del peligro de la guerra nuclear. Que la proliferación sea realmente desalentada o no, dependerá principalmente de las acciones y políticas de las naciones más poderosas. Lo ideal sería la aplicación plena y universal del régimen de la no proliferación, tanto en su espíritu como en su letra, ya sea mediante la aceptación universal del TNP, las salvaguardias totales o la plena aplicación de acuerdos regionales como el Tratado de Tlatelolco. Las políticas nucleares de los países que actualmente explotan instalaciones no sometidas a las salvaguardias, capaces de producir materiales para armas, tienen sus raíces en las agudas tensiones políticas de sus regiones. Las medidas previstas en el TNP, en relación con el desarme y el control de las armas, no se han cumplido; en particular, no parece que estemos más cerca del paso decisivo de lograr una prohibición completa de los ensayos nucleares, la cual, debido a su carácter no discriminatorio, atraerá una mayor adhesión y, en consecuencia, el fortalecimiento del régimen de no proliferación.

Asimismo, debemos tener presente que llegará el día en que uno o más Estados no poseedores de armas nucleares puedan sentirse inclinados, por cualquier motivo, a detonar explosivos nucleares. Cabe esperar que los países que producen, o pueden pronto producir, materiales nucleares explosivos no sometidos a salvaguardias, comprendan que

ese proceder disminuiría, en lugar de aumentar, su seguridad nacional; en otras palabras, es de suponer que prevalezcan la sabiduría y la moderación.

Al considerar el futuro, tenemos que ser realistas y no cerrar los ojos ante la posibilidad de que se produzcan algunos acontecimientos desagradables en relación con la industria nuclear. Por ejemplo, incluso tomando todas las precauciones posibles, no puede descartarse totalmente la posibilidad de un accidente nuclear grave.

#### **Perspectivas personales.**

Permítaseme ahora hablar como científico nuclear que ha participado en el diseño y desarrollo de centrales nucleares.

En el mundo contemporáneo, la ciencia y la tecnología modernas han modificado profunda e irreversiblemente nuestras vidas. Al estimular el cambio y la innovación, promover el surgimiento de nuevas industrias e iniciar nuevos proyectos en gran escala, la ciencia y la tecnología han aportado una prosperidad sin precedente a una parte del globo terrestre y, por primera vez en la historia, en la parte menos afortunada y más poblada del mundo se ha manifestado la esperanza de aspirar también a un nivel de vida aceptable. Creo firmemente que la ciencia y la tecnología nucleares pueden contribuir en cierta medida al logro de esa aspiración.

Al mismo tiempo, como todos sabemos, la ciencia y la tecnología nucleares también nos han proporcionado los medios para nuestra destrucción. Se han fabricado decenas de miles de ojivas nucleares con fines destructivos. Si no se detiene la proliferación nuclear y la actual carrera de armamentos, pronto podríamos enfrentarnos al espectáculo de que el resto del mundo se exponga a un mayor peligro. Ya, en el transcurso de sólo 25 años, el poder explosivo

de los arsenales nucleares se ha multiplicado más de mil veces, lo que equivale a un poder explosivo de unas tres toneladas de explosivos convencionales por cada hombre, mujer y niño de este mundo. Además, el gasto militar --que ya sobrepasa los 500 000 millones de dólares anuales-- continúa aumentando a un ritmo anual que excede en mucho los 20 000 millones de dólares, consumiendo inútilmente materiales valiosos y recursos humanos, que se necesitan urgentemente para mejorar las condiciones de vida en la mayor parte del mundo.

Indudablemente, la ciencia y la tecnología nos ofrecen oportunidades ilimitadas --para el bien y para el mal-- pero, en última instancia, ciertamente, depende de nosotros, las personas, que se adopten las decisiones morales y políticas; y como la amenaza a la humanidad es obra del ser humano, corresponde al ser humano salvarse de sí mismo. A lo largo de muchos años, se ha hablado bastante del tema del control de las armas nucleares, pero en la realidad se ha hecho muy poco. Sin duda alguna, la tarea es enorme, pero no hay ninguna otra que merezca mayor prioridad.

No hay nación, grande o pequeña, con antecedentes tan impolutos como para que se le pueda confiar un arma capaz de aniquilarnos a todos. En un mundo en que las naciones reaccionan con frecuencia guiadas por la pasión y no por la razón, y están divididas por culturas, razas o ideologías y profunda desconfianza mutua, es evidente que la existencia de grandes arsenales nucleares no resulta compatible con la supervivencia. Como se señaló en el Documento Final del primer período extraordinario de sesiones de la Asamblea General dedicado al desarme, celebrado en 1978, la paz y la seguridad internacionales

duraderas no pueden basarse en la acumulación de armas por las alianzas militares ni conservarse mediante un equilibrio precario de disuasión o doctrinas de superioridad estratégica.

Actualmente, el mundo se encuentra al borde del abismo. Nunca ha estado la humanidad expuesta a tal peligro. Una guerra nuclear sería el final de la civilización y podría llevar a la extinción del género humano. Por tanto, es evidente que la mayor prioridad debe ser la de garantizar que, nuestra propia locura no nos lleve al abismo.

En este aspecto, permítaseme recordarles el Manifiesto Russell-Einstein de 1955. La idea de que la comunidad científica debiera preocuparse activamente por los peligros que azotan a la humanidad, que surgieron en gran medida debido a la labor de los propios científicos, fue concebida por Bertrand Russell y recibió el apoyo inmediato de Albert Einstein. En efecto, la firma del Manifiesto fue uno de los últimos actos de su vida. Al mismo tiempo que se pedía concretamente a los científicos que se reunieran en una conferencia para examinar los medios de evitar el peligro, el Manifiesto instaba a los gobiernos a que comprendieran que la humanidad había entrado en una etapa en la que los conflictos debían resolverse por medios pacíficos porque en una guerra nuclear no habría vencedores. El Manifiesto también contenía un convincente y encarecido llamamiento al público en general con las siguientes palabras: "En esta ocasión hablamos no como miembros de tal o cual nación, continente o creencia religiosa, sino como seres humanos, miembros de la raza humana, cuya existencia está en peligro. Trataremos de no decir una palabra que guste más a un grupo que a otro. Todos corremos el mismo peligro y, si se entiende

el peligro, existe la esperanza de evitarlo en forma colectiva."

Están en juego nuestro futuro, nuestra civilización y nuestras vidas. Si hoy contáramos con un Bertrand Russell o un Albert Einstein, ciertamente se sentirían obligados a emitir un nuevo Manifiesto, un nuevo llamamiento a la conciencia del mundo, en términos mucho más firmes. Me complace advertir que hay muchas instituciones en el mundo que se ocupan actualmente de este problema y que debemos apoyar sus actividades. La realidad es que debemos acabar con la locura de la carrera de armamentos nucleares y detenernos en el camino resbaloso de la aniquilación. Estoy profundamente convencido de ello y quisiera terminar mi última declaración ante esta Asamblea haciendo un encarecido llamamiento a todos los aquí presentes, así como a sus gobiernos para que, en su propio interés, subordinen todos los demás objetivos al de controlar la carrera de armas nucleares antes de que sea demasiado tarde.

Por último, permítaseme expresar mi más profunda gratitud a todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas por la comprensión, consideración y cortesía que siempre me han manifestado en los 20 años en que he tenido el honor de hacer uso de la palabra ante la Asamblea General. Estoy seguro de que manifestarán la misma consideración y cortesía a mi compatriota y sucesor, el Dr. Hans Blix.

Al despedirme, les deseo éxito en sus esfuerzos colectivos por preservar y fortalecer la paz y la seguridad internacionales y fomentar la amistad, la comprensión y la buena voluntad en todo el mundo, así como en sus esfuerzos en pro de la causa del progreso económico y social que tan urgentemente necesita el mundo en desarrollo. □

## COMPARACION DE RIESGOS DE ACCIDENTE EN DIFERENTES SISTEMAS ENERGETICOS: OBSERVACIONES DE ESPECIALISTAS RUSOS

*Un artículo publicado en el Vol. 41, No. 1 de 1999 del Boletín del OIEA --titulado "Comparación de riesgos de accidente en diferentes sistemas energéticos. ¿Hasta dónde son aceptables?"-- ha sido objeto de observaciones formuladas por conducto del Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia. El Ministro de Energía Atómica envió al Boletín del OIEA estas observaciones contenidas en una "Carta al editor" de L.A. Bol'shov, Miembro Corresponsal de la Academia de Ciencias de Rusia, y Director del Instituto de Seguridad de la Energía Nucleoeléctrica de la Academia de Ciencias de Rusia; B.A. Gabaraev, Director del Instituto de Investigaciones y Desarrollo de la Ingeniería Nucleoeléctrica; L.A. Il'in, Miembro de la Academia de Ciencias Médicas de la Federación de Rusia y Director del Centro Nacional de Investigaciones-Instituto de Biofísica; y A.F. Tsyb, Miembro de la Academia de Ciencias Médicas de la Federación de Rusia, Presidente de la Comisión Científica de Protección Radiológica de Rusia y Director del Centro de Investigaciones Médicas de la Academia de Ciencias Médicas de Rusia. Las observaciones se reproducen en el presente artículo junto con la lista completa de referencias suministrada.*

*Los autores del artículo publicado en el Boletín del OIEA --Andrzej Strupczewski, ex funcionario del OIEA en la División de Seguridad de las Instalaciones Nucleares y actual Presidente de la Comisión de Seguridad Nuclear del Instituto de Energía Atómica de Polonia, y Stefan Hirschberg, Jefe de la Sección de Análisis de Sistemas y de Seguridad del Instituto Paul*

*Scherrer, de Suiza-- ofrecen sus respuestas a esas observaciones a partir de la página 31.*

**M**uchos artículos sobre análisis de los riesgos de accidente de diferentes sistemas energéticos que se comparan con la energía nucleoelectrica comparten ciertos rasgos peculiares, por ejemplo:

■ Al evaluar los riesgos propios de la explotación de esas instalaciones, no se tienen en cuenta las consecuencias del mejoramiento de los reactores RBMK, que se introdujo después del accidente de Chernóbil.

■ En la evaluación integrada de las consecuencias radiológicas del accidente de Chernóbil, se utilizan numerosos estudios que suelen contener datos procedentes de fuentes no fiables y predicciones infundadas, y no se toman en consideración muchos factores sociopolíticos que aumentaron en grado considerable los daños causados por el accidente.

Lamentablemente, el estudio de que se trata, a pesar de su enfoque actual y original, tampoco está exento de esas deficiencias.

**Mejoramiento de los reactores RBMK.** Después del accidente de Chernóbil, en las centrales nucleares con reactores RBMK se aplicaron, y continúan aplicándose en la actualidad, medidas relacionadas con la reconstrucción y el aumento de la seguridad que no tenían precedente en la práctica mundial. De acuerdo con las evaluaciones probabilistas de la seguridad (EPS) que se realizaron con la ayuda de expertos internacionales [1,2], la probabilidad de que se produzcan accidentes graves en los RBMK ha disminuido en

un factor de dos o más, gracias a las medidas mencionadas.

El índice ponderado medio de seguridad de todos los reactores RBMK en funcionamiento es de  $10^{-4}$  1/año, y está disminuyendo debido a la reconstrucción, en marcha y prevista, de todas las unidades. Por tanto, todas las centrales nucleares con reactores RBMK están a la par de los WWER soviéticos, de satisfactorio funcionamiento, y de los reactores occidentales de agua en ebullición (BWR) y de agua a presión (PWR), y cumplen las recomendaciones del OIEA respecto del nivel de riesgo de las centrales nucleares de generaciones más antiguas.

**Consecuencias radiológicas del accidente de Chernóbil.** Los autores del artículo publicado en el Boletín del OIEA proporcionan estimaciones de las consecuencias radiológicas a distancia del accidente de Chernóbil, que oscilan entre 10 000 y 30 000 casos mortales por cáncer radioinducido, y la literatura que existe sobre el tema contiene estimaciones todavía mayores. Sin embargo, los 14 años de experiencia que hemos acumulado en la vigilancia dosimétrica y médica de la población y del personal de limpieza, nos permiten ser algo críticos de esas estimaciones.

Todas las estimaciones de ese tipo se basan en un modelo sin umbral lineal derivado mediante la extrapolación lineal de la dependencia dosis-efecto, comenzando por la dosificación elevada y terminando con las dosis bajas. La validez de este método es muy cuestionable. Todos los datos disponibles (amplia vigilancia de decenas de miles de trabajadores de las industrias nucleares de diversos países y de los integrantes del grupo humano de víctimas de las bombas atómicas lanzadas sobre Japón) indican que no se produce ningún aumento de la incidencia de tumores

malignos cuando los niveles de exposición de todo el cuerpo a corto plazo son menores de 0,1 Sv. Si tenemos en cuenta la atenuación del efecto en condiciones de exposición crónica, el nivel puede fijarse entre 0,2 y 0,5 Sv. Hasta la fecha, no hay pruebas que indiquen que es posible que se produzca un exceso mensurable de tumores y daño genético por debajo de ese umbral práctico [3].

Si aceptamos ese umbral, el concepto de dosis colectiva puede pasarse por alto, en la práctica, al evaluar el riesgo de los efectos estocásticos que las dosis bajas y ultrabajas han producido en grandes poblaciones [3].

Dadas las características específicas de las dosis de exposición recibidas por el público y el personal de limpieza como resultado del accidente de Chernóbil, y las diferencias resultantes en los métodos empleados para predecir y evaluar las consecuencias radiológicas, es preciso estudiarlas por separado.

**Consecuencias radiológicas para el público.** Durante los primeros años transcurridos después del accidente, se evaluaron las consecuencias radiológicas de toda la dosificación para el público, incluidas las zonas más contaminadas (las llamadas zonas de control estricto, donde vivían unas 270 000 personas), para la población de nueve regiones contaminadas (15,6 millones de personas) y para la población de la parte europea de la URSS (74,9 millones de personas) [4]. En el estudio de que se trata, se utilizaron estimaciones muy conservadoras --elaboradas en 1988--, sobre las dosis de exposición. No obstante, esas estimaciones indicaron que no habría ningún aumento notable de la tasa de mortalidad por neoplasmas radioinducidos por

encima del nivel espontáneo, salvo en el caso de los efectos relacionados con la exposición de la glándula tiroides.

Posteriormente, las estimaciones de las dosis de exposición recibidas por el público se revisaron, en sentido descendente, para tener en cuenta la eficacia real de las medidas de protección aplicadas. Las dosis de exposición externa e interna ya recibidas realmente por las personas empezaron a desempeñar un papel cada vez mayor en la dosis para toda la vida. Al mismo tiempo, en las evaluaciones comenzaron a usarse coeficientes mayores para el riesgo de muertes adicionales (Publicación No. 60 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica). En el decenio de 1990, la dosis colectiva para los 7,2 millones de personas de la ex Unión Soviética, que vivían dentro de la isolina de 37 kBq/m<sup>2</sup> (1 curie/km<sup>2</sup>) se calculó en 70 000 Sv-hombre, y el número de casos hipotéticos de cáncer mortal que se predijo empleando la hipótesis sin umbral lineal se calculó en aproximadamente 3500. Esa cifra constituye el 0,35 % del millón de casos espontáneos de cáncer mortal previsto para este grupo humano [5].

Conforme a las evaluaciones más recientes realizadas durante los 13 años posteriores al accidente, las dosis efectivas pueden compararse con las dosis acumulativas totales recibidas durante el mismo período de fuentes naturales y médicas (> 50 mSv), sólo en las zonas de más alta contaminación de Belarús, Rusia y Ucrania (donde la densidad de la contaminación del suelo con cesio 137 es mayor de 555 kBq/m<sup>2</sup> [15 curies/km<sup>2</sup>]). El número total de habitantes que han recibido dosis acumulativas superiores a 50 mSv es de 100 000 aproximadamente. Considerando que ahora ya se ha recibido la mayor parte de la

dosis interna y externa, la dosis colectiva para toda la vida en este grupo humano no excederá los 7000 Sv-hombre. Si suponemos un coeficiente de riesgo de cáncer mortal radiogénico de 5 10<sup>-2</sup>Sv<sup>-1</sup> para toda la vida, el número hipotético de neoplasmas mortales radioinducidos previsto puede ser 350. Debe tenerse presente que esa evaluación está relacionada con las dosis de exposición individual recibidas por el público, que son de tres a cinco veces menores que el umbral práctico para la identificación fiable de efectos a distancia.

La gran mayoría de los mencionados 7,2 millones de habitantes de la ex URSS viven en zonas que tienen un nivel de contaminación del suelo con cesio de 30 a 70 kBq/m<sup>2</sup>. Las dosis de exposición acumulativas y pronosticadas para esas personas oscilan entre fracciones de mSv y unos mSv y constituyen una pequeña fracción de la exposición total debida a la radiación natural de fondo y a procedimientos médicos (4 mSv/año, de los cuales 2,8 mSv proceden de fuentes naturales, y 1,2 mSv de prácticas médicas). En vista de lo anterior, sería impropio incluir ese grupo en los cálculos de la dosis colectiva y de la evaluación de riesgos.

Como se pronosticó, unos años después del accidente de Chernóbil se produjo un brusco aumento (de diez veces) del número de trastornos de la glándula tiroides entre grupos de la población que recibieron las dosis de exposición más elevadas en ese órgano, es decir, niños y jóvenes. Por ejemplo, en la región rusa de Bryansk, a comienzos del año 2000, un total de 109 personas que eran niños cuando ocurrió el accidente enfermó de cáncer de tiroides, y de ellas una persona murió [6]. Según un pronóstico

del Registro Nacional de Dosimetría Médica de Rusia (RNMDR), para el año 2006 pueden preverse 360 casos de cáncer de tiroides entre las personas que eran niños y jóvenes en el momento del accidente. Se ha determinado la función del factor radiológico en la inducción del cáncer de tiroides. En el caso de Rusia, sólo se ha establecido para las personas que eran niños cuando ocurrió el accidente y sólo en la región de Bryansk: una tercera parte se debe a la exposición a las radiaciones, mientras que al efecto provocado por los exámenes se debe, como mínimo, el 66 % del aumento de casos de cáncer de tiroides. Cabe señalar que a medida que se reúnen más estadísticas, disminuyen las estimaciones de la función de las radiaciones: en publicaciones anteriores, el 85 % de los cánceres detectados se atribuyó a las radiaciones [7].

En realidad, se ha confirmado que durante todos los años que siguieron al accidente de Chernóbil no ha habido una diferencia significativa en la tasa de mortalidad general ni en la tasa de mortalidad por cáncer entre la población de las zonas contaminadas de Rusia. El riesgo de muerte debido a neoplasmas malignos, incluida la leucemia, en la población de la región de Bryansk --la zona de Rusia de más alta contaminación--, tanto antes como después del accidente, no es muy diferente de las cifras correspondientes a Rusia en su conjunto desde el punto de vista estadístico.

La incidencia de neoplasmas malignos entre la población adulta de las zonas contaminadas de Rusia sigue aumentando, como sucede en el resto de Rusia. No obstante, las comparaciones realizadas entre períodos anteriores y posteriores al accidente, y con otras zonas,

indican que el factor Chernóbil no ha tenido ninguna influencia en ese aumento [8].

**Consecuencias radiológicas para el personal de limpieza.** Las diferencias observadas en los pronósticos de aumento de la incidencia de cáncer y de mortalidad entre el personal de limpieza obedecen básicamente a diferentes estimaciones del número de personas que trabajaría en la limpieza en distintos años después del accidente y a la distribución de las cargas de dosis en esos grupos humanos.

Actualmente, unas 600 000 personas en Belarús, Rusia y Ucrania poseen certificados de miembros del personal de limpieza. De hecho, en las operaciones de limpieza de la zona de 30 kilómetros participaron casi tres veces menos personas en los años en que las dosis de exposición pueden haber sido significativas para predecir los efectos a distancia. En 1986-1987 sólo algunos miembros del personal de limpieza que eran menos de 250 000 en total, pudieron haber recibido dosis superiores a los 100 mSv. Conforme a las estimaciones bastante conservadoras realizadas por el RNMDR, pueden preverse otras muertes por cáncer radiogénico en el orden de 1000 casos mortales (de 250 000 miembros del personal de limpieza) en general para los tres países [7]. Es importante señalar que todas las estimaciones similares emplean datos procedentes de registros de dosis, es decir, el valor oficialmente confirmado de las dosis de exposición externa para cada miembro del personal de limpieza. Se usaron métodos eficaces y procedimientos ordinarios para su determinación.

Existen también evaluaciones más detalladas de las dosis medias de exposición individual y colectiva recibidas por el

personal de limpieza [9-11] en las que se tiene en cuenta la forma en que se organizó la vigilancia dosimétrica en todas las organizaciones y departamentos que participaron en la operación. De acuerdo con las investigaciones [11], en 1986, la dosis media en 117 000 miembros del personal de limpieza fue de 0,083 Gy, y la dosis colectiva fue de 9888 Gy·hombres; en 1987, las cifras fueron 0,047 Gy y 5100 Gy·hombres, respectivamente. Por tanto, la dosis de la exposición colectiva recibida por el personal de limpieza entre 1986 y 1987 (14 900 Gy·hombres) puede causar aproximadamente otros 600 casos de cáncer mortal, si nos valemos de una hipótesis lineal.

De ahí que pueda pronosticarse un número total de 600 a 1000 casos de cáncer mortal provocados por el accidente de Chernóbil en el personal de limpieza entre 1986 y 1987 en los tres países.

Los años ya transcurridos desde que ocurrió el accidente significan que podemos confiar más plenamente en los resultados de la vigilancia médica a que fue sometido el grupo humano compuesto por el personal de limpieza. Entre 1986 y 1989, se sometió a vigilancia un total de 180 000 miembros del personal de limpieza ruso por conducto del RNMDR. Los hechos muestran que la tasa de mortalidad global del personal de limpieza fue estadísticamente menor que la tasa de mortalidad del grupo testigo integrado por miembros del público durante todos los años posteriores al accidente. Ello puede atribuirse, en parte, al "efecto del trabajador saludable", a un mejor tratamiento médico y a otras razones. No se observó ninguna relación entre la dosis y la mortalidad.

Pronosticamos que el cáncer provocaría un total de muertes adicionales entre el 3 % y el 4 % por encima del nivel espontáneo [3,7]. De ahí que sólo podamos hablar de que existen pruebas estadísticamente fiables de un exceso relacionado con Chernóbil, en el caso de tipos raros de neoplasma maligno (leucemia y cáncer de tiroides) y sólo después de realizar investigaciones epidemiológicas cuidadosas basadas, en particular, en la adecuada comparación de los efectos para el estudio y los grupos testigo.

Los hechos lo confirman. No se ha producido ningún aumento estadísticamente significativo de la incidencia de cáncer y de la mortalidad por encima del nivel espontáneo.

Desde un punto de vista estadístico, existen pruebas fiables de un aumento de muertes por leucemia entre el personal de limpieza ruso. Según datos del RNMDR, se verificaron 48 casos de leucemia en el grupo de los miembros del personal de limpieza ruso en los años 1986 y 1987, y se estimó que uno de cada dos casos había sido radioinducido. Debe recalcarse aquí que el nivel máximo de leucemia radiogénica se alcanzó en un período de cuatro a cinco años después del accidente [10].

De ahí que el número total de casos hipotéticos de cáncer mortal entre el público y el personal de limpieza pueda estar entre 1000 y 4500, al emplear el método sin umbral lineal. Es menor que la evaluación mínima que dan los autores (10 000 a 30 000 casos) en el artículo en cuestión. Por tanto, el grado de riesgo de accidente de los reactores RBMK (en términos de muertes/GWe-a (comparación de la página 27, *Boletín del OIEA*, Vol. 41, No. 1) también será diferente. La aplicación del umbral práctico para la evaluación del

riesgo que se propone (0,1 Sv en el caso de exposición aguda y 0,2 a 0,5 Sv en el caso de la crónica) reduciría esas cifras en un factor de 10 a  $10^2$ .

Además de las complejidades metodológicas que entraña determinar la importancia social de esos bajos riesgos, debe tenerse en cuenta lo siguiente: los grupos humanos de que se trata están expuestos a muchos otros riesgos, incluidos riesgos radiológicos, la mayoría de los cuales pueden reducirse significativamente. Esos factores incluyen los riesgos asociados a procedimientos médicos, el radón en los hogares, la contaminación química del medio ambiente, la calidad de los productos alimentarios, el nivel de vida y el tratamiento médico. □

#### Referencias:

1. *Barselina Project, Phase 3, Summary Report, Ignalina Unit 2, Probabilistic Safety Analysis (June 1994).*
2. *Análisis probabilista y determinista de la seguridad de la Unidad 2 de la central nuclear Leningrad, Informe Resumido, LPR 150 (enero de 1999). En ruso.*
3. *Il'in, L.A., Radiobiología y radiomedicina --Problemas y perspectivas de la interacción en el contexto de las actividades regulativas relacionadas con la radiación ionizante, Med., radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'1 (1998), 8-17. En ruso.*
4. *Il'in, L.A., et.al., Radiocontamination Patterns and Possible Health Consequences of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant, J. Radiol. Prot. 10, 1 (1990), 3-29.*
5. *Il'in, L.A., Reglamento relativo a las consecuencias radiológicas, la carga radiológica para el público y los efectos médicos del accidente de Chernóbil, Med., radiologiya i radiatsionnaya*

*bezopasnost'12 (1991). 9-18. En ruso.*

6. *Ivanov, V.K., Gorsky, A.I., Tsyb, A.F., Maksuytov, M.A., and Rastopchin, E.M., Dynamics of Thyroid Cancer Incidence in Russia Following the Chernobyl Accident, J. Radiol. Prot. 19, 4 (1999), 305-318.*

7. *Tsyb, A.F., Efectos médicos del accidente de Chernóbil, Med., radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'1 (1998), 18-23. En ruso.*

8. *Linge, I.I., Melikhova, E.M., Gubanov, V.A., Tasas de mortalidad en Rusia y la energía nucleoelectrónica como factor de riesgo, Izvestiya Akademii Nauk: Energetika (1999), 100-120. En ruso.*

9. *Dosimetría retrospectiva del personal de limpieza afectado por el accidente de Chernóbil, SEDA-STIL', Kiev (1996), 234. En ruso.*

10. *Tsyb, A.F., Ivanov, V.K., Evaluación de los efectos médicos del desastre de Chernóbil basada en datos del RNMDR, Revista Internacional de Radiomedicina 1 (1999), 39-48. En ruso.*

11. *Il'in, L.A., Kryuchkov, V.P., Osanov, D.P., Pavlov, D.A., Exposición del personal de limpieza después del accidente de Chernóbil desde 1986 hasta 1987 y Verificación de los datos dosimétricos, Radiatsionnaya biologiya i radioehkologiya, 35, 6 (1995), 803-82. En ruso.*

#### Para obtener información,

diríjase a: Sr. B. Gabaraev, Instituto de Investigación y Desarrollo de la Ingeniería Eléctrica, P.O. Box 788, Moscú, 101000, Federación de Rusia. Fax: + (095) 975-2019. Correo-e: tam-gonti@ entek.ru La dirección del Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia es ul. Bol'shaya Ordynka, 24/26, Moscú, 109107, Federación de Rusia.

## RESPUESTA DE LOS AUTORES A OBSERVACIONES DE ESPECIALISTAS RUSOS

**A**gradecemos a los especialistas rusos sus observaciones respecto de nuestro artículo. Reconocemos los avances logrados en la reducción de los riesgos que han planteado los RBMK y nos alegramos de las nuevas conclusiones extraídas en relación con las consecuencias radiológicas del accidente de Chernóbil. Sin embargo, sostenemos que aplicamos un enfoque correcto en nuestro artículo. Queremos referirnos específicamente a lo siguiente:

■ observamos que ha habido un malentendido en cuanto a la metodología que utilizamos en la evaluación comparativa;

■ ponemos en tela de juicio la afirmación de que la seguridad de todos los RBMK en funcionamiento está "a la par de los BWR y los PWR occidentales";

■ hacemos hincapié en que la diferencia existente entre nuestro informe y la evaluación rusa de las consecuencias radiológicas obedece a que se usó una hipótesis diferente para calcular las consecuencias para la salud de dosis de radiación bajas.

En lo que concierne a los detalles de nuestro análisis, nos remitimos al estudio inicial realizado por el Instituto Paul Scherrer (PSI), de Suiza [1].

**Método aplicado al estudio.** El estudio comparativo del PSI se basa primordialmente en la evaluación de la experiencia histórica acumulada con los accidentes ocurridos en el período 1969-1996. En esta evaluación no se tuvo en cuenta el notable aumento de la seguridad que ha tenido lugar en los RBMK, ya que en el estudio del PSI (y nuestro informe) no se trató de abordar el *último* nivel de seguridad alcanzado por esos reactores, y, en cualquier caso, se

limitó al período 1969-1996. En la evaluación del estudio del comportamiento de los sistemas fósiles e hidroeléctricos se aplicaron las mismas reglas, es decir, *no* se hizo un reconocimiento especial de las últimas mejoras en materia de seguridad que puedan haberse introducido. En el caso de los reactores nucleares occidentales, en el estudio se empleó una Evaluación Probabilista de la Seguridad (EPS) de Nivel 3, ya que, afortunadamente, en esas centrales no existe ninguna experiencia real con accidentes graves que entrañen muertes. Ese tipo de EPS también se usó debido a las diferencias fundamentales de diseño y de ambiente operativo que existen en las centrales referidas en comparación con el caso de Chernóbil y la central RBMK. Cuando el Instituto Paul Scherrer hizo el estudio, no dispuso de ninguna EPS de Nivel 3 en relación con los RBMK, y que sepamos ahora tampoco existe, de lo contrario, no cabe duda de que se habría tomado en consideración.

**Seguridad de los RBMK.** La frecuencia de daño del núcleo en los RBMK se ha reducido muchísimo respecto de sus altos niveles iniciales. Es un paso de avance favorable y necesario. Las pocas EPS recientemente realizadas en relación con los RBMK proporcionan información útil que permite determinar las deficiencias de diseño y de funcionamiento y establecer prioridades para mejorarlos. Sin embargo, el alcance de esas evaluaciones sigue siendo limitado en cuanto a los sucesos desencadenantes de posibles accidentes (no se abordan enteramente importantes sucesos externos) y porque en ellos *no se consideran las*

situaciones de baja potencia ni de parada del funcionamiento de un reactor. Además, existen grandes diferencias entre las centrales nucleares Ignalina y Leningrad, tanto desde el punto de vista de la frecuencia estimada de daño del núcleo como del grado de la aplicación real de las mejoras de seguridad.

Aunque el sistema de localización de accidentes de los RBMK, especialmente de las unidades de tercera generación, se ha seguido mejorando, las centrales RBMK todavía no tienen una contención completa como los reactores de agua ligera. Ello tiene sus correspondientes consecuencias en relación con la probabilidad de grandes emisiones de radiactividad en caso de daño del núcleo. Los RBMK tampoco están dotados de un sistema secundario de parada completamente independiente. Por tanto, la afirmación general de que los RBMK "están a la par de los BWR y los PWR occidentales" es cuestionable, al menos, desde nuestro punto de vista.

**Consecuencias radiológicas del accidente de Chernóbil.** Nuestra estimación de 9000 a 33 000 casos de cáncer mortal latente se basó principalmente en la evaluación realizada por la CE/OIEA/OMS [2] y en las conclusiones extraídas al respecto por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Ionizantes (UNSCEAR) [3]. Nuestro trabajo se apoyó además en el examen de materiales que abarcaron unas 140 referencias, incluidas numerosas memorias de autores rusos. En nuestro artículo, recalamos que la estimación era conservadora.

Según sus observaciones, los especialistas rusos llegan a calcular entre 1000 y 4500, es decir, un orden de magnitud menor que el nuestro. Los especialistas rusos indican que no se ha observado ningún incremento de cánceres

retardados y que la mortalidad entre el personal de limpieza es menor que entre la población en general. Esas afirmaciones de las autoridades competentes en el campo de la radiomedicina rusa son muy importantes. Los especialistas también destacan que, en general, no existen pruebas sobre un exceso mensurable de tumores ni de daño genético por debajo de la dosis de 0,1 Sv en el caso de exposiciones agudas y de 0,2 Sv en el de las crónicas.

Estamos de acuerdo con esas afirmaciones y apoyamos la conclusión de que la introducción de un "umbral práctico" en los cálculos de las dosis reduciría muchísimo los efectos que se estima podría tener el accidente en la salud. No obstante, la evaluación que aparece en nuestra memoria se basó en la aplicación de la hipótesis sin umbral lineal (LNT). Esa hipótesis, a pesar de su carácter conservador, es la base recomendada por organizaciones tan competentes como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR).

La hipótesis sin umbral lineal no se aplica en las estimaciones de los límites inferiores y superiores, suministradas por los especialistas rusos. El método que estos especialistas utilizaron no tiene en cuenta las contribuciones a las exposiciones individuales por debajo de los 50 mSv. Esa omisión significa que ellos no explican los posibles efectos en la salud de los evacuados; sectores de la población de la zona sometida a estricto control; 6,8 millones de personas de la ex URSS que vivían en zonas contaminadas; trabajadores que participaron en las operaciones de emergencia entre 1988 y 1990; y la población de todo el hemisferio norte, que recibió pequeñas dosis de radiación después del accidente.

En la estimación máxima de cánceres mortales latentes referida en la evaluación realizada por la CE/OIEA/OMS, 23 000 casos, de un cálculo total de 33 000, se producen en el grupo poblacional del hemisferio norte. En el estudio del PSI se señala que el número de casos mortales previstos se reduciría notablemente conforme a la hipótesis de un umbral de dosis individual de 50 mSv anual o de una dosis para toda la vida de 0,1 Sv.

Por tanto, la principal diferencia existente entre la evaluación realizada por la CE/OIEA/OMS y las observaciones presentadas por los especialistas rusos no dimana de las estimaciones de las exposiciones, sino más bien del método utilizado. Los especialistas rusos no tienen en cuenta las dosis de radiación comparables a las que se reciben durante toda la vida debido a prácticas médicas o a una elevada radiación de fondo, mientras que en la evaluación de CE/OIEA/OMS y en el estudio del PSI sí se tienen en cuenta. *El método ruso, basado en la hipótesis de un umbral, puede ser correcto, y nosotros personalmente pensamos que es lógico aplicarlo para obtener las estimaciones óptimas.*

No obstante, nuestro informe publicado en el *Boletín del OIEA* se basó en la evaluación de la CE/OIEA/OMS. Se aplicó la hipótesis sin umbral lineal y se obtuvo un límite máximo conservador para los cánceres mortales latentes en concordancia con las hipótesis generales contenidas en estudios comparativos de sistemas energéticos.

En suma, consideramos que la reacción de los expertos rusos no es una impugnación a nuestro informe ni a sus conclusiones generales, sino una oportunidad de ampliar el diálogo profesional sobre el fundamento del método sin

umbral lineal. Este asunto no se circunscribe a la estimación del número de posibles casos mortales que podrían atribuirse al accidente de Chernóbil, y se relaciona con el debate sobre el futuro de la energía nucleoelectrónica. □

#### Referencias:

1. Hirschberg S., Spiekerman G., y Dones R., "Accidentes graves en el sector de la energía", Informe del PSI No. 98-16, Villigen, Suiza (1998).
2. "Memorias informativas 1-8" de la Conferencia Internacional CE/OIEA/OMS: "Una década después de Chernóbil: Recapitulación de las consecuencias del accidente." Viena, 8 a 12 de abril de 1996, IAEA Proceedings Series, Viena (1996).
3. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Ionizantes (UNSCEAR). "1993 Report to the General Assembly, with scientific annexes", United Nations sales publication E. 94. IX. 2, New York (1993).

Para obtener información, diríjase a: Stefan Hirschberg, Paul Scherrer Institute, CH-5232 Villigen PSI, Suiza. Correo-e: stefan.hirschberg@psi.ch

Andrzej Strupczewski, Institute of Atomic Energy, Polonia, 05-400 Otwock-Swierk, Polonia. Correo-e: A.Strupczewski@cyf.gov.pl

*Para los lectores que tienen acceso a Internet, el artículo de los autores sobre el análisis comparativo de los riesgos puede encontrarse en las páginas del Boletín del OIEA en el sitio Web WorldAtom en [www.iaea.org](http://www.iaea.org). Véase la Periodicals Section del sitio. La dirección específica del artículo en la web es: [www.iaea.org/worldatom/Periodicals/Bulletin/Bull411/index.html](http://www.iaea.org/worldatom/Periodicals/Bulletin/Bull411/index.html).*

## CONFERENCIA GENERAL DEL OIEA DE 2000 ELABORA DIFÍCIL ORDEN DEL DÍA PARA COOPERACIÓN NUCLEAR

Los Estados reunidos en la Conferencia General del OIEA, en Viena, elaboraron un orden del día que es un reto para la cooperación internacional en materia nuclear en el siglo XXI, y que se centra en las cuestiones de la seguridad tecnológica y la seguridad física y el desarrollo sostenible a nivel mundial. Aprobaron resoluciones en las que se apoyan los programas del Organismo con miras a fortalecer las actividades previstas en el marco de sus tres principales pilares de trabajo --verificación nuclear, seguridad y tecnología--, que están estrechamente vinculados a los principales retos que enfrenta el mundo. La Conferencia General fue convocada del 18 al 22 de septiembre y a ella asistieron delegados gubernamentales de alto nivel, procedentes de los 130 Estados Miembros del OIEA.

Entre las medidas adoptadas se encuentran:

■ Los Estados Miembros apoyaron las medidas de cooperación orientadas a incrementar la contribución de las tecnologías y aplicaciones nucleares pacíficas a satisfacción de las necesidades básicas del desarrollo humano y sostenible. En sus declaraciones, formuladas durante la semana, muchos Estados describieron las formas en que aplican las tecnologías nucleares y de las radiaciones en las esferas de la generación de electricidad, la gestión del agua, la prevención de enfermedades y la atención de la salud, la protección del medio ambiente y la alimentación, la nutrición y la agricultura. La Conferencia General aprobó resoluciones encaminadas a continuar fortaleciendo el programa de coopera-



El Sr. Ibrahim Othman, de Siria, fue electo Presidente de la Conferencia General del OIEA. (Cortesía: Calma/OIEA)

ción técnica del OIEA, así como las actividades del Organismo relacionadas con la ciencia y la tecnología nucleares, y las aplicaciones para la producción de energía eléctrica y otros propósitos. Entre las resoluciones aprobadas figuran las relativas a la desalación nuclear y el desarrollo de reactores de pequeña y mediana

*continúa en la página 41*

## JUNTA DE GOBERNADORES DEL OIEA



En sus reuniones de diciembre de 2000, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó el programa de cooperación técnica del Organismo para el período 2001-2002. Los proyectos que se ejecutan en las esferas de la seguridad radiológica, nuclear y de los desechos radiactivos representan, en conjunto, casi el 21% del programa; los proyectos relacionados con la sanidad humana, los alimentos y el desarrollo agrícola, también representan una parte significativa.

En cuanto a las actividades de salvaguardias del Organismo, la Junta aprobó otros dos protocolos adicionales, con Andorra y con Letonia. Desde la adopción del modelo de Protocolo, en mayo de 1997, la Junta ha aprobado un total de 57 protocolos adicionales con los Estados. (Véase el cuadro de la página 34.)

En los esfuerzos por acelerar el progreso en la concertación y entrada en vigor de acuerdos de salvaguardias y protocolos adicionales, el Organismo ha ampliado su plan de acción con ese propósito. El plan fortalecerá la comunicación, la capacitación y la asistencia, a fin de maximizar el aprovechamiento de todos los recursos del Organismo para ayudar a los Estados Miembros en todos los aspectos jurídicos, técnicos y administrativos, relacionados con la concertación y aplicación de los acuerdos de salvaguardias y de los protocolos adicionales. Entre las actividades específicas se incluyen seminarios y talleres nacionales y regionales.

La Junta del OIEA para el período 2000-2001 está presidida por el Gobernador de Nigeria, Sr. I.H. Umar (foto). El Sr. Umar es Director General de la Comisión de Energía de Nigeria. Los gobernadores de Austria y Polonia fueron elegidos como vicepresidentes: la Embajadora Irene Freudenschuss-Reichl, el Gobernador y Representante Residente de Austria ante el OIEA y las organizaciones internacionales en Viena, y el Sr. Jerzy Niewodniczanski, Presidente de la Agencia Nacional de Energía Atómica de Polonia.

Los Estados Miembros representados en la Junta del OIEA para el período 2000-2001 son Alemania, Argelia, Argentina, Australia, Austria, Belarús, Bolivia, Brasil, Canadá, China, Cuba, Egipto, España, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Finlandia, Francia, Ghana, India, Indonesia, Irlanda, Jamahiriya Árabe Libia, Japón, México, Nigeria, Pakistán, Perú, Polonia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Árabe Siria, República de Corea, Sudáfrica, Suiza, Tailandia y Ucrania.

## SITUACION DE LOS PROTOCOLOS ADICIONALES

Estado	Aprobación por la Junta del OIEA	Firmado	En vigor
Alemania <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1997	*
Andorra	7 dic. 2000		
Armenia	23 sept. 1997	29 sept. 1997	
Australia	23 sept. 1997	23 sept. 1997	12 dic. 1997
Austria <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Azerbaiyán	7 jun. 2000	7 mayo 2000	29 nov. 2000
Bangladesh	25 sept. 2000		
Bélgica <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Bulgaria	14 sept. 1998	24 sept. 1998	10 oct. 2000
Canadá	11 jun. 1998	24 sept. 1998	9 agosto 2000
China	25 nov. 1998	31 dic. 1998	
Croacia	14 sept. 1998	22 sept. 1998	6 julio 2000
Cuba	20 sept. 1999	15 oct. 1999	
Chipre	25 nov. 1998	29 jul. 1999	
Dinamarca <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Ecuador	20 sept. 1999	1º oct. 1999	
Eslovaquia	14 sept. 1998	27 sept. 1999	
Eslovenia	25 nov. 1998	26 nov. 1998	22 agosto 2000
España <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	*
Estados Unidos	11 jun. 1998	12 jun. 1998	
Estonia	21 marzo 2000	13 abril 2000	
Filipinas	23 sept. 1997	30 sept. 1997	
Finlandia <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	*
Francia <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Georgia	23 sept. 1997	29 sept. 1997	
Ghana	11 jun. 1998	12 jun. 1998	provisional
Grecia <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	*
Hungría	25 nov. 1998	26 nov. 1998	4 abril 2000
Indonesia	20 sept. 1999	29 sept. 1999	29 sept. 1999
Irlanda <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Italia <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Japón	25 nov. 1998	4 dic. 1998	16 dic. 1999
Jordania	18 marzo 1998	28 jul. 1998	28 jul. 1998
Letonia	12 jul. 2000		
Lituania	8 dic. 1997	11 marzo 1998	7 mayo 2000
Luxemburgo <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Mónaco	25 nov. 1998	30 sept. 1999	30 sept. 1999
Namibia	21 marzo 2000	22 marzo 2000	
Nueva Zelandia	14 sept. 1998	24 sept. 1998	24 sept. 1998
Nigeria	7 jun. 2000		
Noruega	24 marzo 1998	29 sept. 1999	16 mayo 2000
Países Bajos <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	*
Perú	10 dic. 1999	22 marzo 2000	
Polonia	23 sept. 1997	30 sept. 1997	5 mayo 2000
Portugal <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Reino Unido <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	
Rep. de Corea	24 marzo 1999	21 jun. 1999	
Rep. Checa	20 sept. 1999	28 sept. 1999	
Rumania	9 jun. 1999	11 jun. 1999	7 julio 2000
Rusia	21 marzo 2000	22 marzo 2000	
Santa Sede	14 sept. 1998	24 sept. 1998	24 sept. 1998
Suecia <sup>1</sup>	11 jun. 1998	22 sept. 1998	*
Suiza	7 jun. 2000	16 jun. 2000	
Turquía	7 jun. 2000	7 jun. 2000	
Ucrania	7 jun. 2000	15 agosto 2000	
Uruguay	23 sept. 1997	29 sept. 1997	
Uzbekistán	14 sept. 1998	22 sept. 1998	21 dic. 1998
<b>Totales</b>	<b>57</b>	<b>53</b>	<b>18</b>

<sup>1</sup> Los 15 Estados de la Unión Europea han firmado protocolos adicionales con la EURATOM y el Organismo. \*El OIEA ha recibido notificación de esos Estados de que se han cumplido sus requisitos nacionales para la entrada en vigor. Sin embargo, según lo dispuesto en el Protocolo Adicional concertado con los Estados no poseedores de armas nucleares de la UE y la EURATOM, "el Protocolo Adicional entrará en vigor en la fecha en que el OIEA reciba de los Estados y de la EURATOM notificación por escrito de que se han cumplido sus requisitos respectivos para su entrada en vigor". **Situación hasta diciembre de 2000.**

SALVAGUARDIAS  
FORTALECIDAS DEL OIEA

Recientemente, en otros cinco Estados --Azerbaiyán, Croacia, Eslovenia, Lituania y Rumania-- entraron en vigor acuerdos destinados a fortalecer la capacidad del Organismo para verificar el carácter exclusivamente pacífico del material y de las actividades nucleares. Otros cuatro Estados, Andorra, Letonia, Turquía y Ucrania, firmaron durante los últimos meses acuerdos de este tipo, denominados protocolos adicionales. Hasta diciembre de 2000, la Junta de Gobernadores del OIEA ha aprobado un total de 57 protocolos adicionales. (Véase el cuadro.)

Para obtener informes de situación actualizados, consulte el sitio de Internet *WorldAtom* del OIEA, en [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

ACONTECIMIENTOS  
EN LA RPDC

En noviembre de 2000, la República Popular Democrática de Corea (RPDC) y el OIEA celebraron en Viena una nueva ronda de conversaciones técnicas. Según informó el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, en las reuniones de diciembre, de la Junta de Gobernadores del Organismo, las conversaciones se centraron en las medidas que se deben adoptar para que el OIEA verifique que todos los materiales nucleares sujetos a salvaguardias en la RPDC han sido declarados al Organismo y sometidos a salvaguardias, así como en la importancia de la plena cooperación de la RPDC, que no se ha logrado.

En respuesta a una solicitud de la Organización para el Desarrollo Energético de la Península de Corea (KEDO), el OIEA se propone llevar a cabo un examen en cuanto a la seguridad del diseño del modelo de central nuclear estándar de Corea, que la KEDO proporcionará a la RPDC. Se espera que pronto pueda firmarse un acuerdo entre el Organismo y la KEDO.

## FORO CIENTIFICO SOBRE GESTION DE DESECHOS RADIACTIVOS: DE LAS OPCIONES A LAS SOLUCIONES

En un foro científico internacional realizado durante la Conferencia General, se analizaron los logros y los retos de la esfera de la gestión de desechos radiactivos. En un informe presentado a la Conferencia General sobre el resultado del Foro, se instó al OIEA a que facilitara el intercambio internacional de experiencia en cuestiones técnicas y sociales, la colaboración en la creación de oportunidades para la investigación y el desarrollo, así como la continuación de los exámenes por homólogos de los programas y actividades que se desarrollan en los Estados Miembros.



La Dra. Jackson presidió el foro científico.  
(Cortesía: Calma/OIEA)

Al foro asistieron expertos internacionales y funcionarios gubernamentales de los Estados Miembros del OIEA y varias organizaciones. En las reuniones se analizó la situación mundial de la gestión de desechos radiactivos; se examinaron aspectos técnicos y de seguridad; y se expusieron criterios sobre los retos, las soluciones y las medidas que pueden adoptarse.

En el discurso inaugural, la Dra. Shirley Jackson, que presidió el Foro, centró la atención en lo que ella definió como las tres realidades que constituyen la esencia del debate sobre la gestión de desechos radiactivos: la realidad física, la realidad tecnológica y la realidad social. Manifestó que cada grupo de realidades plantea a la comunidad internacional el reto de demostrar que existen soluciones viables para todos los países. La Dra. Jackson, quien anteriormente presidió la Comisión de Reglamentación Nuclear de los Estados Unidos, es Presidenta del Instituto Politécnico de Rensselaer, Nueva York, Estados Unidos.

En su declaración inaugural, el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, subrayó la importancia de transformar las opciones en soluciones. Dijo que la búsqueda de soluciones públicamente aceptables para la gestión de desechos radiactivos es una cuestión fundamental para el futuro de la tecnología nuclear.

El Foro finalizó con una mesa redonda que se centró en cuestiones que definirán los derroteros futuros, y en el papel de la cooperación regional e internacional. Se subrayaron, entre otros, los siguientes aspectos:

- la existencia de soluciones tecnológicas para la gestión segura de los desechos radiactivos, aunque se necesita la aceptación del público;



- la necesidad de un proceso participativo estructurado para la adopción de decisiones;
- la improbabilidad de que todas las partes lleguen a un consenso, por lo que es esencial aplicar un proceso de adopción de decisiones, formal y transparente, con la participación del público;
- la necesidad de que el proceso de adopción de decisiones se realice conforme a la posibilidad de modificar las decisiones en una etapa posterior;
- las personalidades que influyen en la opinión pública y que están encargadas de adoptar decisiones políticas, todavía no han participado en el debate;
- los progresos deben hacerse a nivel nacional, específicamente en cuanto a la selección del emplazamiento de repositorios;
- la importancia de contar con un marco jurídico y regulativo estable;
- la cooperación internacional en el desarrollo de la tecnología y de las normas de seguridad puede complementar los programas nacionales; y
- la necesidad de claridad en cuanto al empleo de los términos "recuperabilidad" y "reversibilidad" en relación con la disposición final de desechos.

La mesa redonda internacional estuvo presidida por la Dra. Jackson, e integrada por el Sr. Roger Clarke, Presidente de la Comisión Internacional de Protección Radiológica; el Sr. Alec Baer, Presidente del Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear; el Sr. K. Balu, del Centro Bhaba de Investigaciones Atómicas (India); el Sr. Simon Carroll, de Greenpeace International; el Sr. George Dials, de Sistemas Ambientales TRW, Inc. (Estados Unidos de América); el Sr. A.-C Lacoste, de la Dirección de Seguridad de Instalaciones Nucleares (Francia), y el Sr. Huating Yang, de China National Nuclear Corporation.

Se ofrece una información completa sobre el foro en el sitio *WorldAtom* del OIEA en la Web en [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

## VERIFICACION DEL OIEA CONFORME A LA INICIATIVA TRILATERAL

El Ministro de Energía Atómica de la Federación de Rusia, Evgueny Adamov; el Administrador de la Administración Nacional de Seguridad Nuclear de los Estados Unidos, General John Gordon; y el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, se reunieron, en Viena, el 18 de septiembre de 2000, para examinar los progresos alcanzados en el marco de la Iniciativa Trilateral. En 1996, se inició la Iniciativa Trilateral con miras a establecer un nuevo sistema de verificación del OIEA para los materiales procedentes de armas nucleares, designados como liberados de los programas de defensa por los Estados Unidos o la Federación de Rusia. La eliminación del material fisionable procedente de armas nucleares de los programas de defensa de esos Estados tiene lugar en cumplimiento de las obligaciones que han contraído con arreglo al artículo VI del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). Conforme a la Iniciativa, la verificación confiada al OIEA tiene por objeto fomentar la confianza internacional en que el material fisionable sometido por cualquiera de los dos Estados a la verificación del Organismo permanece irreversiblemente excluido de los programas de armas nucleares.

Un requisito indispensable del sistema de verificación y de los métodos que se aplicarán es que deben permitir al OIEA llegar a

conclusiones, creíbles e independientes, a fin de garantizar que se cumplan los objetivos de la verificación. Al mismo tiempo, de conformidad con las obligaciones previstas en el artículo I del TNP, cada Estado debe velar por que el OIEA no tenga acceso a información relativa al diseño o la fabricación de esas armas.

Se ha avanzado considerablemente en la terminación de un modelo de acuerdo de verificación para que sirva de base a los acuerdos bilaterales entre el OIEA y cada uno de los Estados. El modelo de acuerdo de verificación y las recomendaciones relativas a la financiación y las estimaciones de costos de las actividades del OIEA que se requerirán conforme a los nuevos acuerdos, se presentarán a la Junta de Gobernadores del OIEA en el momento oportuno.

En la esfera técnica, las tres partes colaboran en la creación y el ensayo de equipo especial de verificación para usarlo junto con formas confidenciales del plutonio. Incorporará sistemas de medición de neutrones y rayos gamma, que funcionan dentro de un sistema de "barreras de información", destinado a permitir que los inspectores obtengan suficiente información para que la verificación sea creíble e independiente, sin tener acceso a información secreta.

Se está trabajando para llegar a un acuerdo sobre los convenios

de verificación que se han de aplicar en instalaciones específicas definidas por la Federación de Rusia y los Estados Unidos, donde se aplicarían los nuevos acuerdos. En la Federación de Rusia, se efectuaron cuatro rondas de conversaciones sobre los métodos de verificación que se aplicarán en la Instalación de Almacenamiento de Material Fisionable de Mayak, ubicada en Ozersk. En los Estados Unidos, están muy avanzadas las conversaciones que mantienen expertos de ese país y del OIEA sobre los acuerdos de inspección aplicables en K-Area Material Storage Facility, instalación ubicada en el emplazamiento de Savannah River.

El Ministro Adamov, el General Gordon y el Director General, Dr. ElBaradei, comprometieron a sus respectivas organizaciones para que ejecuten un programa de trabajo, para el año venidero, destinado a concluir el modelo de acuerdo de verificación, la comprobación de los sistemas especializados de verificación y vigilancia, la formulación de procedimientos para las inspecciones y la adopción de medidas técnicas básicas, relacionadas con la verificación del material fisionable comprendido en la Iniciativa. Acordaron que volverían a reunirse en septiembre de 2001 para planificar la aplicación de la Iniciativa Trilateral.

## OIEA APOYA CONVENIOS Y PLANES DE ACCION SOBRE LOS MARES REGIONALES

El OIEA dio la bienvenida a los participantes en la tercera reunión mundial de los convenios y planes de acción sobre los mares regionales, que se celebró en Mónaco, en noviembre de 2000. A la reunión asistieron muchos expertos del medio ambiente marino, procedentes de varios organismos de las Naciones Uni-

das, para fortalecer las actividades encaminadas a proteger el medio ambiente marino.

En vista de su singular posición como el único laboratorio marino en el sistema de las Naciones Unidas, el Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (IAEA-MEL) fue acertadamente designado

como anfitrión. En esta reunión de los convenios sobre los mares regionales, se analizaron diversas cuestiones cruciales, y los planes de acción tuvieron gran interés y pertinencia para el IAEA-MEL. Entre ellos figuran el Plan de Acción Mundial (PAM) para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas

en tierra, las convenciones de la Organización Marítima Internacional (OMI) relativas a los productos químicos y el instrumento jurídicamente vinculante sobre contaminantes orgánicos persistentes.

El IAEA-MEL fue fundado en 1961 con un sólido respaldo del Principado de Mónaco. Ese apoyo se ha mantenido como lo prueba el otorgamiento de locales más amplios y recién renovados en el Puerto de Mónaco, hace dos años. El laboratorio fue inicialmente establecido para investigar los efectos de los ensayos de armas nucleares en el medio ambiente marino. El OIEA continúa siendo la organización de las Naciones Unidas a la que compete estudiar la radiactividad marina y la utilización de radionucleidos para entender los procesos del medio ambiente marino. Sin embargo, las actividades del IAEA-MEL se han ampliado a otras esferas de la

contaminación marina, en respuesta a las solicitudes y necesidades de otras organizaciones de las Naciones Unidas, sobre todo el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO. Por tanto, el IAEA-MEL, tiene expertos enfrascados en la investigación de metales pesados, hidrocarburos de petróleo, contaminantes orgánicos persistentes y biocidas marinos.

Los convenios y los planes de acción sobre los mares regionales revisten especial importancia para el IAEA-MEL, el cual tiene una larga historia de colaboración con el PNUMA y el programa de Mares Regionales, sobre todo mediante sus programas de garantía de calidad y conocimientos especializados en química analítica marina. El laboratorio ha servido para apuntalar el Programa de Mares

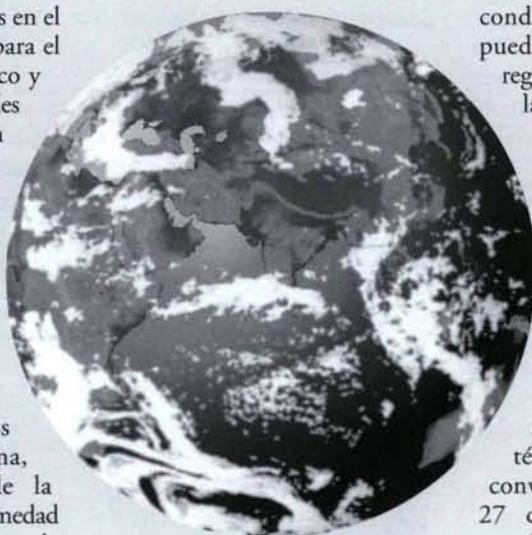
Regionales, garantizando la adquisición de una base de datos que comprende mediciones fiables y comparables de un amplio espectro de contaminantes marinos, que abarcan tanto los orgánicos como los inorgánicos. Hoy día, el IAEA-MEL coopera estrechamente con el Plan de Acción para el Mediterráneo, el Programa ambiental del Mar Negro y el Plan de Acción de Kuwait. El laboratorio ahora presta asistencia al Programa del Medio Ambiente del Caspio, y realiza un estudio sobre contaminantes en los sedimentos de esa región.

La reunión sirvió para reactivar el programa de Mares Regionales y fortaleció los vínculos internacionales. Después de coordinar el Programa Interinstitucional (en el que participan el OIEA, el PNUMA y la COI, UNESCO) sobre la Contaminación Marina, el IAEA-MEL saludó esas iniciativas.

## TECNICAS ISOTOPICAS EN ESTUDIOS SOBRE CAMBIO CLIMATICO

Los expertos internacionales en el uso de técnicas isotópicas para el estudio del cambio climático y otras condiciones ambientales se reunirán en el OIEA, en abril de 2001, en una conferencia internacional. Los datos procedentes de esos estudios ayudan a mejorar los modelos científicos que permiten entender y predecir las variaciones climáticas.

Los isótopos son indicadores de parámetros relacionados con el clima, como la temperatura de la superficie atmosférica, la humedad relativa en la atmósfera y la precipitación. Además, la dinámica, el transporte y los procesos de mezcla en la atmósfera, que rigen las condiciones climáticas y la interacción entre aire y mar, pueden investigarse utilizando las



mediciones de radioisótopos. La investigación ha sido ampliada para pronosticar los fenómenos climáticos. Los actuales cambios que se operan en el medio ambiente, particularmente en las

condiciones climatológicas, pueden entenderse mediante registros históricos medidos en las concentraciones de archivos naturales como muestras de hielo, sedimentos lacustres y marinos, corales, paleoaguas subterráneas, depósitos en cavernas y anillos de árboles.

La Conferencia Internacional sobre el estudio del cambio del medio ambiente utilizando técnicas isotópicas se ha convocado en Viena, del 23 al 27 de abril de 2001, y la coordina la División de Ciencias Físicas y Químicas y el Laboratorio para el Medio Ambiente Marino del OIEA, en Mónaco. Para más información, diríjase al OIEA, o consulte las páginas *WorldAtom* del Organismo en [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

## CIERRE DE CHERNOBIL : SEGURIDAD, MAXIMA PRIORIDAD PARA EL OIEA

Después del cierre de la central nuclear de Chernóbil el 15 de diciembre de 2000, el OIEA ha venido concediendo máxima prioridad a los nuevos proyectos técnicos que ayudarán al país a poner la central fuera de servicio en condiciones de seguridad y a realizar la gestión segura de sus desechos radiactivos.

Los nuevos proyectos son los más recientes ejemplos de la participación del Organismo en las fases clave de la vida útil de Chernóbil desde que se produjo el catastrófico accidente de la central, en abril de 1986.

■ Poco después del accidente, a principios de mayo de 1986, el Director General del OIEA visitó la central de Chernóbil, y sentó las bases del primer examen mundial autorizado del accidente en una reunión internacional efectuada en la sede del OIEA, en agosto de 1986.

■ En octubre de 1989, el OIEA coordinó un estudio internacional de las consecuencias radiológicas del accidente para el medio ambiente y la salud. Entre marzo de 1990 y junio de 1991, 200 expertos de 25 países, de siete organizaciones y 11 laboratorios realizaron un total de 50 misiones sobre el terreno.

■ En abril de 1996, el OIEA, la Organización Mundial de la Salud y la Comisión Europea copatrocinaron una conferencia internacional que hizo una recapitulación de las consecuencias de Chernóbil, una década después del accidente. Asistieron más de 800 expertos de 71 países y 20 organizaciones.

■ El OIEA ha invertido más de 3 millones de dólares desde 1990 para estudiar la repercusión social y humana de las secuelas del accidente. En Belarús, Ucrania y Rusia se ha dedicado especial atención a los proyectos de rehabilitación y a otros, como el establecimiento de centros de vigilancia radiológica y la recupera-

ción de tierras agrícolas contaminadas.

**Fase de clausura.** La nueva fase de la central --denominada clausura--comprenderá diversas etapas durante un período de varios años. La asistencia del Organismo incluirá asesoramiento técnico y administrativo para la planificación y ejecución apropiadas del proyecto de clausura, que comprende tres unidades del tipo RBMK. El propio proyecto es ejecutado por una nueva empresa que está creando el Gobierno de Ucrania, y se espera que abarque las actividades relacionadas con la descontaminación de los edificios, el suelo y el agua, así como con la eliminación del combustible nuclear gastado procedente de las unidades, labor que se espera dure casi un decenio.

Otros nuevos proyectos del OIEA, en Ucrania, abordan la gestión segura de los desechos radiactivos, los servicios de seguridad de las centrales nucleares y la planificación de la energía. La asistencia abarca desde el análisis de tecnologías apropiadas para el

procesamiento de los desechos y opciones para la disposición final hasta el apoyo a la debida gestión del combustible que contiene material radiactivo. Se ha iniciado un nuevo proyecto para apoyar los esfuerzos que se realizan en el sarcófago, o refugio, que recubre la cuarta unidad de Chernóbil, que quedó destruida en el accidente de 1986. Otro proyecto está concebido para fortalecer la eficacia del régimen regulativo nuclear de Ucrania, así como para prestar servicios de seguridad, a fin de contribuir a aumentar la seguridad de las restantes centrales nucleares en funcionamiento en el país, de conformidad con las normas de seguridad internacionalmente aceptadas.

**Medidas de seguridad favorablemente acogidas.** Los nuevos proyectos de Ucrania forman parte del programa de cooperación técnica del Organismo para el período 2001-2002, aprobado en diciembre de 2000 por la Junta de Gobernadores del OIEA. El Director General del Organismo,

*El Director General del OIEA, Dr. ElBaradei (en el centro) y funcionarios superiores del Organismo visitaron la central de Chernóbil en agosto de 2000.*



Dr. Mohamed ElBaradei, subrayó la importancia de esas medidas.

El Director General indicó que el OIEA ha dedicado invariablemente gran atención a la prestación de asistencia a Ucrania en cuanto al funcionamiento seguro y fiable de sus centrales nucleares, y a la superación de las consecuencias del accidente de Chernóbil. Seguimos dispuestos a afirmar a ayudar a las autoridades ucranianas a clausurar las unidades de Chernóbil en condiciones de seguridad, tanto como nuestros recursos lo permitan.

El Dr. ElBaradei señaló que el Organismo procura obtener fondos adicionales para complementar la cantidad limitada de que se dispone para los programas técnicos del OIEA. Apuntó que esos fondos se utilizarían para continuar desarrollando otras actividades que se han previsto en el caso de Chernóbil: la vigilancia de los niveles de radiactividad en los alimentos en zonas muy afectadas por el accidente de Chernóbil, y el apoyo al establecimiento de un centro de capacitación en radioecología en Ucrania, que contribuiría a crear nuevas oportunidades de empleo y capacitación para el personal de la central cerrada de Chernóbil.

En su visita a Ucrania y a la central de Chernóbil, en agosto de 2000, para mantener conversacio-

nes con los dirigentes del gobierno sobre cuestiones que incluyeron la seguridad nuclear, el Director General indicó que el Organismo había observado con satisfacción que la decisión de Ucrania de cerrar la central se basaba en motivos de seguridad. Manifestó que era una señal alentadora que en la política nuclear del país se conceda gran importancia al aspecto de la seguridad en sus solicitudes de la asistencia técnica del Organismo. Anunció además que el Director General Adjunto del OIEA, para la Seguridad Nuclear, Sr. Zygmund Domaratzki, asistiría a la ceremonia que se ha programado celebrar por el cierre de Chernóbil, el 15 de diciembre, en Ucrania.

**Información sobre Chernóbil:** En el OIEA, el 7 de diciembre de 2000, funcionarios de Ucrania informaron sobre algunos aspectos del cierre de la central de Chernóbil. Entre ellos se incluyen el Sr. Olexander Smyshliaiev, Viceministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Jefe del Departamento de Reglamentación Nuclear, y el Sr. Vadim Gryschenko, Jefe Adjunto del mencionado Departamento.

Al reafirmar el cierre de la central de Chernóbil, el Sr. Smyshliaiev acogió con agrado que la Junta del OIEA aprobara nuevos proyectos de asistencia técnica. Sin embargo, destacó que el trabajo

que quedaba por delante era "impresionante" por su alcance, y que Ucrania continuaba dependiendo grandemente del apoyo financiero de la comunidad mundial, tanto para garantizar otras fuentes de suministro eléctrico como para descontaminar la central en condiciones de seguridad. El Sr. Smyshliaiev indicó que durante las audiencias recientemente celebradas sobre la clausura de Chernóbil, el Parlamento de Ucrania había hecho un llamamiento a todos los países para obtener financiación con miras a apoyar esos esfuerzos. Se estima que la primera fase de la clausura de las tres unidades, proyectada a lo largo de un horizonte de 5 años, costaría unos 85 millones de dólares anuales, y que las tareas se centrarán principalmente en la eliminación de desechos y del combustible nuclear. En cuanto a la repercusión social del cierre de la central, el Sr. Smyshliaiev apuntó que alrededor de 10 000 trabajadores de Chernóbil quedarían sin empleo debido al cierre de la central. Dijo que el Parlamento de Ucrania había asignado algunos fondos para la reeducación profesional y otras necesidades sociales, pero que el alcance de las demandas previstas requerirán más apoyo financiero.

## DECLARACION DEL DIRECTOR GENERAL ANTE LA ASAMBLEA GENERAL DE LAS NACIONES UNIDAS

El Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, hizo uso de la palabra en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en noviembre de 2000, llamando la atención sobre los aspectos destacados de la labor del OIEA en las esferas de la tecnología, la verificación y la seguridad.

En el campo de la tecnología, el Director General subrayó la necesidad de alentar innovaciones en cuanto a los reactores y los ciclos del combustible nuclear, poniendo de relieve la seguridad inherente, la efi-

ciencia en función de los costos, la flexibilidad en el tamaño y la eficaz protección contra la desviación o el uso indebido de materiales. El Organismo se propuso establecer un grupo de trabajo sobre reactores innovadores en 2000, para evaluar las necesidades de los usuarios, examinar las actividades nacionales e internacionales, así como determinar los terrenos donde deberán promoverse las actividades adicionales de investigación y desarrollo.

Al referirse a otras aplicaciones nucleares para el desarrollo sosten-

nible, el Dr. ElBaradei señaló que casi dos terceras partes de la comunidad mundial sufrirán la escasez de agua potable para el año 2025. Además de explorar las técnicas de desalación, el Organismo comenzaba, por tanto, a examinar el uso de modernos aceleradores de haz de electrones para descontaminar y desinfectar las aguas residuales y el agua potable.

La radiación ionizante es otra de las técnicas que se aplica con la ayuda del OIEA para limpiar las

emisiones de chimeneas provenientes de centrales alimentadas con carbón; en Bulgaria, China, Japón y Polonia se comienzan a introducir innovaciones específicas.

En cuanto a la esfera de la verificación, el Director General señaló que 51 de los Estados que se habían adherido al Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) todavía no han puesto en vigor los acuerdos de salvaguardias amplias, concertados con el OIEA, y que, hasta ahora, relativamente pocos Estados tenían en vigor un Protocolo Adicional de esos acuerdos para conceder a los inspectores del OIEA mayor acceso a la información y a los emplazamientos. Hizo un llamamiento a los Estados restantes para que suscriban y pongan en vigor acuerdos de salvaguardias y Protocolos.

Con respecto a la República Popular Democrática de Corea (RPDC), el Director General manifestó que el OIEA nunca había podido verificar si en ese país se habían declarado todos los materiales nucleares sujetos a las salvaguardias. Dado que el Organismo necesitaría de tres a cuatro años para ejecutar todo el proceso de evaluación y de verificación, dichas actividades deberían iniciarse inmediatamente, si se quiere que el proyecto relativo a la construcción del reactor previsto en el Acuerdo Marco de 1994 concertado con los Estados Unidos proceda conforme al calendario fijado. El Director General añadió: "considerando la evolución positiva que se ha observado recientemente en la península de Corea, abrigo la esperanza de que la RPDC pronto esté dispuesta a comenzar una activa cooperación con el Organismo con ese fin". (Véase también el artículo de la página 34.)

Por último, en la esfera de la seguridad, el Dr. ElBaradei indicó que el Organismo seguía manteniendo la atención internacional sobre la cuestión de los desechos

## GC 2000 EN LINEA

La información que aparece en Internet sobre la Conferencia General (CG) del OIEA del año 2000, incluye acceso a documentos, informes, declaraciones, comunicados de prensa, recortes de noticias por vídeo y fotografías seleccionadas de exposiciones, foros, sesiones y participantes. También puede tenerse acceso a los archivos de anteriores conferencias generales, en el sitio *WorldAtom* del Organismo en la Web.

El texto íntegro de la declaración del Director General --en la CG y ante la Asamblea General de las Naciones Unidas-- puede obtenerse en *WorldAtom* en [www.iaea.org](http://www.iaea.org).



**NEWS CLIPS**

Clip 1 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
DG's Statement

Clip 2 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
Radioactive Waste

Clip 3 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
Plenary Scenes

Clip 4 [Quicktime](#) | [AVI](#)

nucleares, con el propósito de acelerar el avance hacia soluciones comprobadas y reducir la diferencia de percepción existente entre los expertos técnicos --quienes consideraban que la disposición final geológica era segura, factible y ambientalmente responsable-- y el público en general, que seguía sintiéndose escéptico.

Al concluir, el Director General dijo que el OIEA continuaba siendo fundamental para garantizar que los beneficios de la tecnología nuclear se compartan a nivel mundial, que las actividades nucleares con fines pacíficos se efectúen en condiciones de seguridad, y que la comunidad internacional cuente con un marco eficaz y digno de confianza, para contener la proliferación de las armas nucleares y avanzar hacia el desarme nuclear.

**Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas.** En noviembre de 2000, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó una resolución sobre la labor del OIEA, en la que se insta a todos los Estados a que se esfuercen por lograr una cooperación internacional, eficaz y armoniosa, en el desem-

peño de la labor del Organismo en la promoción de la utilización de la energía nuclear y en la aplicación de las medidas necesarias para seguir reforzando la seguridad de las instalaciones nucleares, a fin de minimizar el riesgo para la vida, la salud y el medio ambiente; en el fortalecimiento de la asistencia técnica y la cooperación en favor de los países en desarrollo; y en el logro de la eficacia y la eficiencia del sistema de salvaguardias del OIEA.

En cuanto a las salvaguardias, en la resolución se expresa la grave preocupación por que la RPDC siga sin cumplir sus compromisos, y se exhorta al país a que establezca una amplia cooperación con el Organismo. En cuanto al caso del Iraq, en la resolución se hace hincapié en la necesidad de que el Iraq cumpla plenamente todas las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad y en que las actividades de vigilancia y verificación permanentes se reanuden sin tardanza.

*Puede obtenerse más información en las páginas Web de las Naciones Unidas en [www.un.org](http://www.un.org).*

## CONFERENCIA GENERAL DEL OIEA DE 2000

viene de la página 33

potencia para la producción de agua potable; la aplicación de la técnica de los insectos estériles; la posible aplicación de las técnicas nucleares para la detección de minas terrestres; y la función de la energía nucleoelectrónica en la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero.

■ Los Estados Miembros apoyaron las medidas dirigidas a fortalecer el sistema de salvaguardias y la aplicación de los protocolos adicionales que aumentan la capacidad del Organismo para detectar los materiales y actividades nucleares no declarados. En declaraciones formuladas durante la semana, los Estados Miembros tomaron nota de los progresos alcanzados en la concertación de un Protocolo Adicional con el OIEA. (Véase el cuadro de la página 34.) Al saludar esas medidas, la Conferencia General reafirmó su convicción de que las salvaguardias del Organismo pueden fomentar una mayor confianza entre los Estados y contribuir de esta forma a reforzar su seguridad colectiva.

En una resolución independiente, sobre las medidas adoptadas contra el tráfico ilícito de materiales nucleares y otras fuentes radiactivas, la Conferencia acogió con satisfacción las actividades en curso del OIEA y exhortó a los Estados a que siguieran fortaleciendo sus capacidades para luchar contra el tráfico ilícito.

■ Los Estados Miembros subrayaron la importante función del OIEA en el mejoramiento de la seguridad nuclear, radiológica y de los desechos y en el fomento de la cooperación internacional en esta esfera. La Conferencia General aprobó diversas resoluciones encaminadas a fortalecer el marco global para la seguridad, incluido el conjunto de normas de seguridad y de convenciones internacionales sobre seguridad del Organismo. Incluyeron una resolución sobre la seguridad en

la gestión de desechos radiactivos; la enseñanza y capacitación en protección radiológica, seguridad nuclear y gestión de desechos; la seguridad en el transporte de materiales radiactivos; los criterios radiológicos aplicables a los radionucleidos de período largo, presentes en productos básicos, especialmente los alimentos y la madera; la seguridad de los reactores nucleares de investigación; y las convenciones internacionales sobre seguridad relacionadas con la planificación y asistencia en casos de emergencia, y la pronta notificación de un accidente nuclear.

■ Los Estados Miembros respaldaron el pleno cumplimiento de las responsabilidades del OIEA en materia de verificación en el Iraq y en la República Popular Democrática de Corea (RPDC). La Conferencia General aprobó una resolución, en la que pide al Iraq que cumpla de manera cabal todas las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad y coopere plenamente para que el Organismo pueda, según su mandato, llevar a cabo las actividades de vigilancia y verificación nucleares; tomó nota con preocupación de que las últimas inspecciones del OIEA conforme al mandato recibido del Consejo de Seguridad se efectuaron en diciembre de 1998. Se instó al Iraq a que presentara, sin más dilación, las declaraciones semestrales requeridas, según el plan de verificación.

En relación con la RPDC, la Conferencia aprobó una resolución en la que exhorta a la RPDC a cooperar plenamente conforme a su acuerdo de salvaguardias y a adoptar todas las medidas que el



Organismo juzgue necesarias para conservar la información pertinente en relación con su verificación. Se acogieron con agrado los acontecimientos positivos en el noreste asiático y en la resolución se expresó la esperanza de que éstos abrirán las puertas al progreso hacia una aplicación plena de las salvaguardias en la RPDC.

■ Los Estados Miembros pidieron al Director General del OIEA que hiciera los preparativos para convocar un foro sobre la aplicación de las salvaguardias en el Oriente Medio. La decisión de la Conferencia General solicita específicamente al Director General que haga los preparativos para convocar un foro en el que participantes del Oriente Medio y otras partes interesadas puedan aprender de la experiencia de otras regiones, incluida la concerniente al establecimiento de la confianza, que es importante para la creación de una zona libre de armas nucleares.

■ Se notificó que se realizaron progresos en la verificación del OIEA de los materiales nucleares provenientes de los programas de defensa de los Estados Unidos y la Federación de Rusia. Durante la semana, se celebraron conversaciones entre el Ministro ruso, Evgueny Adamov, el General de los Estados Unidos, John Gordon y el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei. (Véase el artículo de la página 36.)

■ **Nombramientos en el OIEA.**

Entre los recientes nombramientos en el OIEA se incluyen: el Sr. Kwaku Aning, de Ghana, como Secretario de los Organos Rectores de la Oficina de Relaciones Exteriores y de Coordinación de Políticas; el Sr. Manfred Boemeke, de Alemania, como Jefe de la Sección Editorial de la División de Servicios de Conferencias y Documentación; y la Sra. Catherine Monzel, de los Estados Unidos, como Jefa de Sección de la Sección de Contratación y Perfeccionamiento del Personal de la División de Personal.

■ **Combatiendo la infección.** Un nuevo folleto, *Combating Infection in Developing Countries*, describe cómo se utilizan las técnicas nucleares en la lucha contra las enfermedades infecciosas, que ocasionan unos 13 millones de muertes anuales. Un gran número de esas muertes pudieran impedirse, si localmente se pudiera realizar el diagnóstico temprano y el tratamiento eficaz. El folleto abarca las enfermedades principales: la enfermedad de Chagas, la hepatitis, la malaria y la tuberculosis, e informa de las actividades del Organismo orientadas a ayudar a los países a aplicar las técnicas nucleares para el diagnóstico temprano y la atención de la salud. Pueden obtenerse ejemplares, dirigiéndose a la División de

Información Pública del OIEA, y el folleto se encuentra en línea en el sitio *WorldAtom* del Organismo.

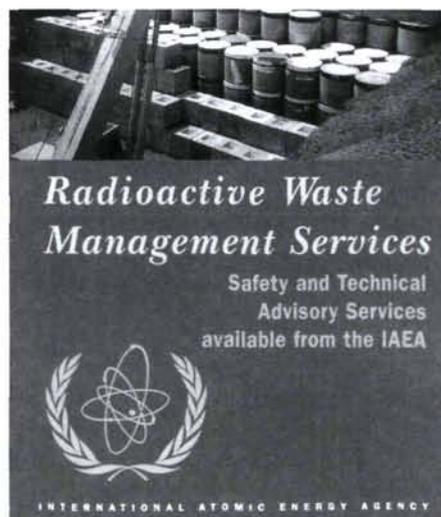
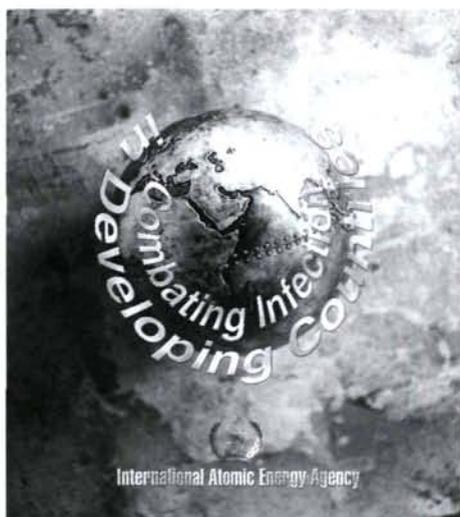
■ **Divulgación en pro del desarrollo.** Los esfuerzos que realiza el IEA por ampliar la cooperación para el desarrollo nuclear con fines pacíficos tratan de reducir algunas diferencias fundamentales. En entrevistas publicadas en *Earth Times* e *ICTP News*, el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, analizó los retos y las oportunidades futuros. Se pueden obtener ambas entrevistas en *WorldAtom*.

■ **Cambiando las salvaguardias internacionales.** En su discurso de apertura, pronunciado en los Estados Unidos, el Director General Adjunto de Salvaguardias, del OIEA, Sr. Pierre Goldschmidt, pasó revista a la evolución del sistema de salvaguardias del OIEA. Dijo que ese sistema estaba cambiando, y que probablemente hasta cambie más en años venideros, frente a los retos políticos, tecnológicos y financieros. El texto íntegro de su declaración --formulada en la reunión anual del Instituto de Gestión de Materiales Nucleares--, se encuentra en línea en la sección Safeguards de *WorldAtom*.

■ **Nuevos miembros del OIEA.** El ingreso de tres Estados --

Tayikistán, Azerbaiyán y la República Centroafricana-- fue aprobado por la Conferencia General del OIEA, en septiembre de 2000. El ingreso se efectuará una vez que se hayan depositado en el Organismo los instrumentos jurídicos requeridos. El OIEA tiene actualmente 130 Estados Miembros.

■ **Servicios de desechos radiactivos del OIEA.** Los servicios de seguridad y asesoramiento técnico del Organismo en la esfera de la gestión de desechos radiactivos se esbozan en un folleto recién publicado, titulado *Radioactive Waste Management Services*. Los servicios incluyen exámenes por homólogos, evaluaciones de la seguridad, asistencia en materia de clausura, exámenes de recuperación de emplazamientos, asistencia con métodos para demostrar la disposición final previa de los desechos radiactivos y asistencia para el acondicionamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso. Por otra parte, se incluye información sobre los procedimientos para solicitar los servicios y la asistencia del Organismo. El folleto puede obtenerse, dirigiéndose a la División de Publicaciones del OIEA.



**Satellite Imagery Specialist**, Director's Office, Division of Safeguards Information Technology, Department of Safeguards (2001/021). This P-5 position is responsible for the successful implementation of a limited satellite imagery capability and geographic information laboratory, in line with the needs of the Department of Safeguards. To establish a capability for using commercial satellite imagery and other geographic information derived from geographic data, photos, commercial satellite imagery, tabular data and open source data. The post requires a university degree or equivalent in computer science, information management or a related field; at least 15 years of practical experience, including at least 5 years of recent experience, in information management, analysis tools and the use of computers for large information systems; recent experience in nuclear related research either in the nuclear industry or international/ government service; and proficiency in English.

*Closing Date: 15 June 2001*

**Satellite Imagery Database Administrator**, Director's Office, Division of Safeguards Information Technology, Department of Safeguards (2001/901). This P-2 position is responsible for the successful implementation of a limited satellite imagery capability and geographic information laboratory, in line with the needs of the Department of Safeguards and assisting in establishing a capability for using commercial satellite imagery and other geographic information derived from maps, aerial and ground photos, tabular data and open

source data. The post requires a university degree in computer science or equivalent practical experience, including at least 4 years of experience in using HTML and JavaScript programming skills; recent experience using FLASH technology in the development of on-line systems; desktop publishing and report preparation skills using industry standard tools such as Adobe Photo shop, Corel draw and MSOffice; at least 2 years' experience in geographical systems applications and data archiving and proficiency in English.

*Closing Date: 15 June 2001*

**Regional Project Manager**, Latin America Section, Division for Europe, Latin America and West Asia, Department of Technical Co-operation (2001/803). This P-4 position will be responsible for planning and co-ordinating fruit fly related programme activities in six countries: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua and Panama; for operation assistance in the field, and seeking extra-budgetary sources of funding from governments and potential donor institutions. The position requires an advanced university degree in entomology or equivalent; at least 10 years' experience in the planning and management of fruit fly projects, including hands-on experience with: quarantines (regulations, exclusion and host treatments), detection tools (traps and fruit sampling), control technologies (baits, SIT (sterile insect technique, parasitoids), environmental monitoring and mass rearing; proficiency in English and Spanish.

*Closing Date: 15 June 2001*

**Safeguards Inspector** (two posts). Two positions, one at the P-4 level (2001/SGO-3) and the other at P-3 (2001/SGO-4) are being recruited through the year 2001.

#### READER'S NOTE

The IAEA Bulletin publishes short summaries of vacancy notices as a service to readers interested in the types of professional positions required by the IAEA. They are not the official notices and remain subject to change. On a frequent basis, the IAEA sends vacancy notices to governmental bodies and organizations in the Agency's Member States (typically the foreign ministry and atomic energy authority), as well as to United Nations offices and information centres. Prospective applicants are advised to maintain contact with them. Applications are invited from suitably qualified women as well as men. *More specific information about employment opportunities at the IAEA may be obtained by writing to the Division of Personnel, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.*

#### POST ANNOUNCEMENTS ON THE INTERNET

The IAEA's vacancy notices for professional positions, as well as sample application forms, are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet. *They can be accessed through the IAEA's World Atom services on the World Wide Web at the following address: <http://www.iaea.or.at/worldatom/jobs>.*

Also accessible is selected background information about employment at the IAEA and a sample application form. Please note that applications for posts cannot be forwarded through the computerized network, since they must be received in writing by the IAEA Division of Personnel, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

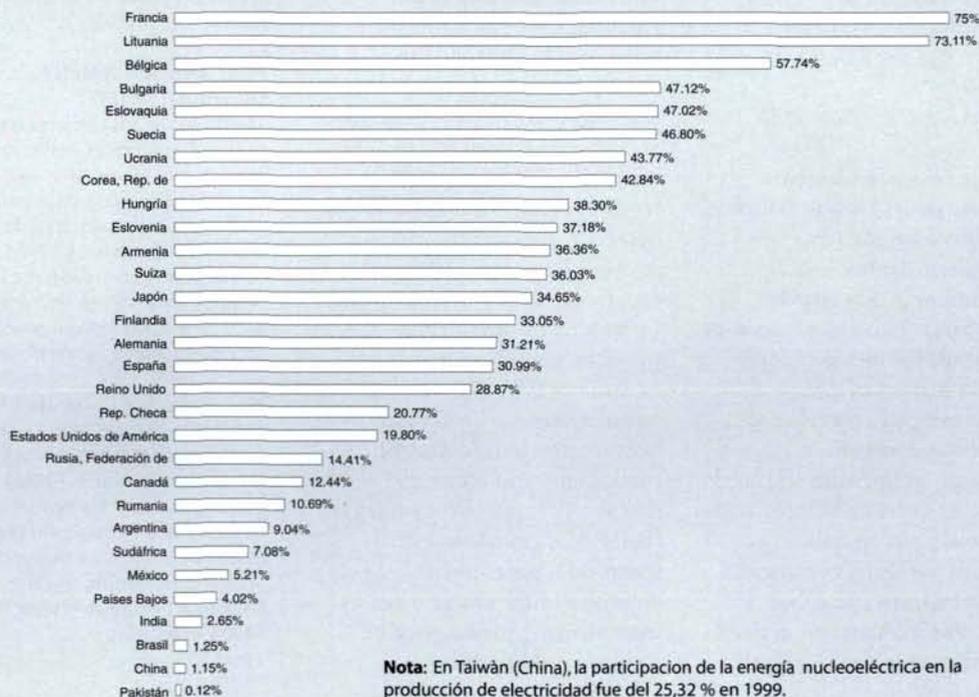
## SITUACION DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN EL MUNDO

	REACTORES EN FUNCIONAMIENTO		REACTORES EN CONSTRUCCION	
	Nº DE UNIDADES	MW(E) TOTALES NETOS	Nº DE UNIDADES	MW(E) TOTALES NETOS
ALEMANIA	19	21 122		
ARGENTINA	2	935	1	692
ARMENIA	1	376		
BELGICA	7	5 712		
BRASIL	1	626	1	1 229
BULGARIA	6	3 538		
CANADA	14	9 998		
CHINA	3	2 167	7	5 420
COREA, REP. DE	16	12 990	4	3 820
ESLOVAQUIA	6	2 408	2	776
ESLOVENIA	1	632		
ESPAÑA	9	7 470		
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	104	97 145		
FINLANDIA	4	2 656		
FRANCIA	59	63 103		
HUNGRIA	4	1 729		
INDIA	11	1 897	3	606
IRAN, REP. ISLAMICA DE			2	2 111
JAPON	53	43 691	4	4 515
LITUANIA	2	2 370		
MEXICO	2	1 308		
PAISES BAJOS	1	449		
PAKISTAN	1	125	1	300
REINO UNIDO	35	12 968		
REP. CHECA	4	1 648	2	1 824
RUMANIA	1	650	1	650
RUSIA, FEDERACION DE	29	19 843	3	3 375
SUDAFRICA	2	1 842		
SUECIA	11	9 432		
SUIZA	5	3 079		
UCRANIA	14	12 115	4	3 800
<b>TOTAL MUNDIAL*</b>	<b>433</b>	<b>349 063</b>	<b>37</b>	<b>31 128</b>

\*El total incluye a Taiwán, China, donde hay seis reactores en funcionamiento con una capacidad total de 4884 MW(e). Dos unidades están en construcción. El cuadro refleja la situación hasta finales de abril de 2000, según la información recibida por el OIEA.

### PARTICIPACION DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN LA GENERACION DE ELECTRICIDAD

Abril de 2000



**Nota:** En Taiwán (China), la participación de la energía nucleoelectrónica en la producción de electricidad fue del 25,32 % en 1999.

## LUGARES DE VENTA DE LAS PUBLICACIONES DEL OIEA

En los países que se enumeran a continuación, las publicaciones del OIEA se pueden adquirir en los lugares que se señalan seguidamente o en las principales librerías del país. El pago se puede efectuar en moneda nacional o con cupones de la UNESCO.

### ALEMANIA

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH  
Poppelsdorfer Allee 55, D-53115 Bonn  
Teléfono: +49 228 94 90 20  
Facsimil: +49 228 21 74 92  
Web site: <http://www.uno-verlag.de>  
Correo electrónico: [unoverlag@aol.com](mailto:unoverlag@aol.com)

### AUSTRALIA

Hunter Publications  
58A Gipps Street Collingwood  
Victoria 3066  
Teléfono: +61 3 9417 5361  
Facsimil: +61 3 9419 7154  
Correo electrónico: [jpdavies@ozemail.com.au](mailto:jpdavies@ozemail.com.au)

### BELGICA

Jean de Lannoy  
avenue du Roi 202, B-1190 Bruselas  
Teléfono: +32 2 538 43 08  
Facsimil: +32 2 538 08 41  
Correo electrónico: [jean.de.lannoy@infoboard.be](mailto:jean.de.lannoy@infoboard.be)  
Web site: <http://www.jean-de-lannoy.be>

### CHINA

Publicaciones del OIEA en chino:  
China Nuclear Energy Industry Corporation  
Translation Section, P.O. Box 2103, Beijing

### DINAMARCA

Munksgaard Subscription Service  
Nørre Søgade 35 P.O. Box 2148  
DK-1016 Copenhagen K  
Teléfono: +45 33 12 85 70;  
Facsimil: +45 33 12 93 87  
Correo electrónico:  
[subscription.service@mail.munksgaard.dk](mailto:subscription.service@mail.munksgaard.dk)  
Web site: <http://www.munksgaard.dk>

### ESLOVAQUIA

Alfa Press, s.r.o, Radianska 20  
SQ-832 10 Bratislava  
Teléfono/Facsimil: +42 1 7 5660489

### ESPAÑA

Díaz de Santos  
Lagasca 95, E-28006 Madrid  
Teléfono: +34 91 431 24 82  
Facsimil: +34 91 575 55 63  
Correo electrónico: [madrid@diazdesantos.es](mailto:madrid@diazdesantos.es)  
Díaz de Santos, Balmes 417-419  
E-08022 Barcelona  
Teléfono: +34 93 212 86 47;  
Facsimil: +34 93 211 49 91  
Correo electrónico: [balmes@diazdesantos.com](mailto:balmes@diazdesantos.com)  
Correo electrónico general: [librerias@diazdesantos.es](mailto:librerias@diazdesantos.es)  
Web site: <http://www.diazdesantos.es>

### FRANCIA

Nucléon, Immeuble Platon  
Parc les Algorithmes, Saint Aubin  
P.O. Box 53, F-91192 Gif-sur-Yvette, Cedex  
Teléfono: +33 1 69 353636;  
Facsimil: +33 1 69 350099  
Correo electrónico: [nucléon@wanadoo.fr](mailto:nucléon@wanadoo.fr)

### HUNGRÍA

Librotrade Ltd., Book Import  
P.O. Box 126, H-1656 Budapest  
Teléfono: +36 1 257 7777;  
Facsimil: +36 1 257 7472  
Correo electrónico: [books@librotrade.hu](mailto:books@librotrade.hu)

### ISRAEL

YOZMOT Ltd., 3 Yohanan Hasandlar St.  
P.O. Box 56055, IL-61560 Tel Aviv  
Teléfono: +972 3 5284851  
Facsimil: +972 3 5285397

### ITALIA

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU",  
Via Coronelli 6, I-20146 Milán

Teléfono: +39 2 48 95 45 52, 48 95 45 62  
Facsimil: +39 2 48 95 45 48

### JAPON

Maruzen Company, Ltd.  
P.O. Box 5050, 100-31 Tokyo Internacional  
Teléfono: +81 3 3272 7211  
Facsimil: +81 3 3278 1937  
Correo electrónico: [yabe@maruzen.co.jp](mailto:yabe@maruzen.co.jp)  
Web site: <http://www.maruzen.co.jp>

### MALASIA

Parry's Book Center Sdn. Bhd.  
60 Jalan Negara, Taman Melawati  
53100 Kuala Lumpur,  
Teléfonos: +60 3 4079176, 4079179, 4087235  
Facsimil: +60 3 407 9180  
Correo electrónico: [haja@pop3.jaring.my](mailto:haja@pop3.jaring.my)  
Web site: <http://www.mol.net.my/~parrybook/parrys.htm>

### PAISES BAJOS

Martinus Nijhoff International  
P.O. Box 269, NL-2501 AX La Haya  
Teléfono: +31 793 684 400  
Facsimil: +31 793 615 698  
Correo electrónico: [info@nijhoff.nl](mailto:info@nijhoff.nl)  
Web site: <http://www.nijhoff.nl>

Swets and Zeitlinger b.v.,  
P.O. Box 830, NL-2160 SZ Lisse  
Teléfono: +31 252 435 111  
Facsimil: +31 252 415 888  
Correo electrónico: [infoho@swets.nl](mailto:infoho@swets.nl)  
Web site: <http://www.swets.nl>

### POLONIA

Foreign Trade Enterprise  
Ars Polona, Book Import Dept.  
7 Krakowskie Przedmiescie Street  
PL-00-950 Warszawa  
Teléfono: +48 22 826 1201 ext. 147, 151, 159  
Facsimil: +48 22 826 6240  
Correo electrónico: [ars\\_pol@bevy.hsn.com.pl](mailto:ars_pol@bevy.hsn.com.pl)  
Web site: <http://www.arspolona.com.pl>

### REINO UNIDO

The Stationery Office Ltd  
International Sales Agency  
51 Nine Elms Lane, Londres SW8 5DR  
Teléfono: +44 171 873 9090  
Facsimil: +44 171 873 8463  
Correo electrónico:  
[Pedidos:book.orders@theso.co.uk](mailto:Pedidos:book.orders@theso.co.uk)  
Informaciones: [ipa.enquiries@theso.co.uk](mailto:ipa.enquiries@theso.co.uk)  
Web site: <http://www.the-stationery-office.co.uk>

### ESTADOS UNIDOS DE AMERICA Y CANADA

Bernan Associates, 4611-F Assembly Drive, Lanham, MD  
20706-4391, EE UU  
Teléfono: 1-800-274-4447 (llamada sin cargo)  
Facsimil: (301) 459-0056 /  
1-800-865-3450 (llamada sin cargo)  
Correo electrónico: [query@bernan.com](mailto:query@bernan.com)  
Web site: <http://www.bernan.com>

### SINGAPUR

Parry's Book Center Pte. Ltd  
528 A Macpherson Road, Singapur 1336  
Teléfono: +65 744 8673  
Facsimil: +65 744 8676  
Correo electrónico: [haja@pop3.jaring.my](mailto:haja@pop3.jaring.my)  
Web site: <http://www.mol.net.my/~parrybook/parrys.htm>

### FUERA DE LOS ESTADOS UNIDOS Y CANADA

Dependencia de Promoción y Venta de Publicaciones,  
Organismo Internacional de Energía Atómica,  
Wagramerstrasse 5, Apartado 100  
A-1400 Viena, Austria  
Teléfono: +43 1 2600 22529 (o 22530)  
Facsimil: +43 1 26007 29302  
Correo electrónico: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)  
Web site: <http://www.iaea.org/worldatom/publications>

### SAFETY STANDARD SERIES

SAFETY ASSESSMENT FOR NEAR SURFACE  
DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE: Safety  
Guide  
Safety Standard Series No. WS-G-1.1  
ISBN 92-0-101299-3 Price: ATS160/€11.63

DECOMMISSIONING OF NUCLEAR POWER  
PLANTS AND RESEARCH REACTORS: Safety  
Guide  
Safety Standard Series No. WS-G-2.1  
(in production)

DECOMMISSIONING OF MEDICAL, INDUSTRIAL  
AND RESEARCH FACILITIES: Safety Guide  
Safety Standard Series No. WS-G-2.2  
(in production)

### TECHNICAL REPORTS SERIES

VERIFICATION AND VALIDATION OF  
SOFTWARE RELATED TO NUCLEAR POWER  
PLANT INSTRUMENTATION AND CONTROL  
Technical Report Series No. 384  
ISBN 92-0-100799-X Price: ATS480/€134.88

HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF SITES  
FOR GEOLOGICAL DISPOSAL OF RADIOACTIVE  
WASTES  
Technical Report Series No. 391  
ISBN 92-0-100299-8 Price: ATS280/€20.35

GUIDANCE FOR COMPARATIVE ASSESSMENT  
OF THE HEALTH AND ENVIRONMENTAL  
IMPACTS OF ELECTRICITY GENERATION  
SYSTEMS  
Technical Report Series No. 394  
(in production)

STATE-OF-THE-ART TECHNOLOGY FOR  
DECONTAMINATION AND DISMANTLING OF  
NUCLEAR FACILITIES  
Technical Report Series No. 395  
(in production)

### RADIATION SAFETY

OCCUPATIONAL RADIATION PROTECTION:  
Safety Guide  
Safety Standard Series No. RS-G-1.1  
ISBN 92-0-102299-9 Price: ATS200/€14.53

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL EXPOSURE  
DUE TO INTAKE OF RADIONUCLIDES: Safety  
Guide  
Safety Standard Series No. RS-G-1.2  
ISBN 92-0-101999-8 Price: ATS200/€14.53

### NUCLEAR FUSION

WORLD SURVEY OF ACTIVITIES IN  
CONTROLLED FUSION RESEARCH, 1997 Edition  
on CD-ROM, Nuclear Fusion, Special  
Supplement 1997  
Price: ATS 450/€32.70

*Con respecto a estos libros y otras publicaciones del OIEA para la venta se puede solicitar información a la División de Publicaciones del Organismo (correo electrónico: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)). La lista completa de las publicaciones del Organismo puede consultarse por conducto de los servicios de Internet del Organismo WorldAtom en: <http://www.iaea.org>*

\*ATS (Chelines austriacos)



**SISTEMA INTERNACIONAL DE DOCUMENTACION NUCLEAR (INIS)**

**TIPO DE BASE DE DATOS:**  
Bibliográfica

**PRODUCTOR:**  
Organismo Internacional de Energía Atómica en cooperación con 103 Estados Miembros del OIEA y 19 organizaciones internacionales cooperantes

**CONTACTO CON EL OIEA:**  
OIEA  
Sección del INIS  
P.O. Box 100  
A-1400 Viena (Austria)  
Teléfono: (43-1) 2600-22842  
Facsimile: (43-1) 26007-22842  
Correo electrónico:  
INIS.CentreServicesUnit@iaea.org  
Más información sobre el INIS en:  
<http://www.iaea.org/inis/inis.htm>  
Para suscribirse a la Base de Datos del INIS en Internet:  
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>  
Base de datos de demostración disponible en forma gratuita

**NUMERO DE REGISTROS EN LINEA DESDE 1970 HASTA LA FECHA:**  
más de 2 millones

**AMBITO**  
Información del mundo entero sobre la utilización pacífica de la ciencia y la tecnología nucleares; aspectos económicos y ambientales de otras fuentes energéticas.

**MATERIAS ABARCADAS**  
Las principales materias comprendidas son: reactores nucleares, seguridad de reactores, fusión nuclear, aplicación de radiaciones o isótopos en la medicina, la agricultura, la industria y la lucha contra las plagas. Se incluyen también esferas conexas tales como química nuclear, física nuclear y ciencia de los materiales. Se hace especial hincapié en las repercusiones para la salud, ambientales y económicas de la energía nuclear así como en los aspectos económicos y ambientales de las fuentes energéticas no nucleares. Se abarcan también los aspectos jurídicos y sociales asociados con la energía nuclear.



**SISTEMA DE INFORMACION SOBRE REACTORES DE POTENCIA (PRIS)**

**TIPO DE BASE DE DATOS**  
Fáctica

**Productor**  
Organismo Internacional de Energía Atómica en cooperación con 32 Estados Miembros del OIEA

**CONTACTO CON EL OIEA**  
OIEA, Sección de Ingeniería Nucleoeléctrica  
P.O. Box 100, A-1400 Viena (Austria)  
Teléfono: (43-1) 2600  
Télex: (1)-12645  
Facsimile: (43-1) 26007  
Correo electrónico:  
r.spiegelberg-planer@iaea.org  
Más información a través de los servicios de Internet del OIEA en:  
<http://www.iaea.org/programmes/a2/>

**AMBITO**  
Información del mundo entero sobre reactores de potencia en explotación, en construcción, programados o parados, y datos sobre experiencia operacional de las centrales nucleares en los Estados Miembros del OIEA.

**MATERIAS ABARCADAS**  
Situación, nombre, ubicación, tipo y proveedor de los reactores; proveedor del generador de turbina; propietario y explotador de la central; potencia térmica; energía eléctrica bruta y neta; fecha de inicio de la construcción, primera criticidad, primera sincronización con la red, explotación comercial, parada y datos sobre las características del núcleo del reactor y sistemas de la central; energía producida; pérdidas previstas e imprevistas de energía; factores de disponibilidad y de no disponibilidad energética; factor de explotación y factor de carga.



**SISTEMA DE INFORMACION SOBRE DATOS NUCLEARES (NDIS)**

**TIPO DE BASE DE DATOS**  
Numérica y bibliográfica

**PRODUCTOR**  
Organismo Internacional de Energía Atómica en cooperación con el Centro Nacional de Datos Nucleares de los Estados Unidos, el Laboratorio Nacional de Brookhaven, el Banco de Datos Nucleares de la Agencia para la Energía Nuclear, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos en París (Francia) y una red de otros 22 centros de datos nucleares de todo el mundo.

**CONTACTO CON EL OIEA**  
OIEA, Sección de Datos Nucleares  
P.O. Box 100, A-1400 Viena (Austria)  
Teléfono: (43-1) 2600  
Télex: (1)-12645  
Facsimile: (43-1) 26007  
Correo electrónico:  
o.schewerer@iaea.org  
Más información a través de los servicios de Internet del OIEA en:  
<http://www-nds.iaea.org/>

**AMBITO**  
Ficheros de datos numéricos sobre física nuclear que describen la interacción de las radiaciones con la materia, y datos bibliográficos conexos.

**TIPOS DE DATOS**  
Datos evaluados de reacciones neutrónicas en el formato ENDF; datos de reacciones nucleares experimentales en el formato EXFOR, para reacciones inducidas por neutrones, partículas cargadas o fotones; períodos de semidesintegración nuclear y datos de desintegración radiactiva en los sistemas NUDAT y ENSDF; información bibliográfica conexas de las bases de datos CINDA y NSR del OIEA; otros tipos de datos diversos.

*Nota: Las recuperaciones de datos fuera de línea del NDIS pueden obtenerse también del productor en cinta magnética.*



**SISTEMA DE INFORMACION SOBRE DATOS ATOMICOS Y MOLECULARES (AMDIS)**

**TIPO DE BASE DE DATOS**  
Numérica y bibliográfica

**PRODUCTOR**  
Organismo Internacional de Energía Atómica en cooperación con la red del Centro de Datos Atómicos y Moleculares, un grupo de 14 centros nacionales de datos de varios países.

**CONTACTO CON EL OIEA**  
OIEA, Dependencia de Datos Atómicos y Moleculares, Sección de Datos Nucleares  
Correo electrónico:  
j.a.stephens@iaea.org  
Más información a través de los servicios de Internet del OIEA en:  
<http://www-amdis.iaea.org>

**AMBITO**  
Datos sobre la interacción de los átomos, las moléculas y el plasma con la superficie, y las propiedades de los materiales de interés para la investigación y tecnología de la fusión.

**MATERIAS ABARCADAS**  
Incluye datos formateados ALADDIN sobre la estructura y los espectros atómicos (niveles energéticos, longitudes de onda, y probabilidades de transición); choque de los electrones y las partículas pesadas con los átomos, iones y moléculas (secciones eficaces y/o coeficientes de velocidad, incluida, en la mayoría de los casos, el ajuste analítico de los datos); extracción de las superficies por la acción de los componentes básicos del plasma y la autoextracción: reflexión de las partículas en las superficies; propiedades termofísicas y termomecánicas del berilio y los grafitos pirolíticos.

*Nota: Las recuperaciones de datos fuera de línea y de datos bibliográficos, así como el soporte lógico y el manual de ALADDIN podrán obtenerse también del productor en disquetes, cinta magnética o copia impresa.*

Para acceder a estas bases de datos, sírvase establecer contacto con los productores. Las informaciones de estas bases de datos también pueden adquirirse en forma impresa dirigiéndose al productor. Las de INIS y AGRIS se pueden obtener además en CD-ROM.

Para la amplia gama de bases de datos del OIEA, véanse los servicios **WorldAtom** Internet del Organismo en <http://www.iaea.org/database/dbdir/>.



**International Nuclear Information System**

# **INIS Database**

on **INTERNET**

To subscribe go to  
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>

- nuclear energy • nuclear power plants • nuclear reactors • nuclear fuel •
- radioactive waste • nuclear safety • nuclear law • safeguards •
- environmental and economic aspects of nuclear and nonnuclear energy sources • nuclear physics • nuclear fusion •
- treaties •

**INIS Database**

**on Internet**

- uranium •
- nuclear chemistry •
- corrosion • radiation chemistry •
- radioactive contamination • labelling •
- radionuclide transport and monitoring in land, water and atmosphere • nuclear medicine • radiotherapy •

**INIS**

**International Nuclear Information System**

Access current and retrospective information through the INIS Database. For more than 28 years, the scientific, academic and industrial communities have used the INIS Database to retrieve references to literature on relevant nuclear science and technology subjects.

For more information about INIS please go to <http://www.iaea.org/inis/inis.htm>

**It's your turn now!!!**

Subscribe to the INIS Database at:  
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>

## OIEA PROYECTOS COORDINADOS DE INVESTIGACION

### FORMULACION, VALIDACION Y NORMALIZACION DE METODOLOGIAS PARA EL USO DE TECNICAS DE REACCION EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR) Y PCR-ELISA CON FINES DE DIAGNOSTICO Y DE VIGILANCIA DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL Y ERRADICACION DE LA TRIPANOSOMIASIS

El objetivo general consiste en prestar asistencia a laboratorios veterinarios nacionales en la formulación y aplicación de tecnologías moleculares para el diagnóstico de enfermedades pecuarias importantes y para el mejoramiento de la eficacia de los programas de control y erradicación nacionales e internacionales. El objetivo específico es el de implantar una técnica biológica molecular (PCR-ELISA) para hacer más eficaz el diagnóstico y vigilancia de la tripanosomiasis.

### RADIOINMUNOANALISIS DE PRODUCTOS DE GLICOSILACION AVANZADA PARA EL CONTROL A LARGO PLAZO DE LA DIABETES MELLITUS

Elaborar un método de radioinmunoanálisis para la medición de productos de glicosilación avanzada con fines de predicción temprana de complicaciones relacionadas con la diabetes mellitus. Este método será de utilidad para la detección en masa de diabéticos con el fin de localizar a grupos de alto riesgo con miras a una posible intervención preventiva.

### CONTROL DEL CANCER DE HIGADO MEDIANTE METODOS A BASE DE RADIONUCLEIDOS, CON ESPECIAL HINCAPIE EN LA TERAPIA RADIOCONJUGADA TRANSARTERIAL Y EN LA DOSIMETRIA INTERNA

El cáncer hepatocelular es uno de los tumores malignos más comunes en todo el mundo, y cada año fallecen por esta causa alrededor de un millón de personas. Se logran resultados excelentes con la detección temprana del tumor y su resección quirúrgica. Sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo o bien no existen procedimientos de detección o, si existen, distan de ser los óptimos y, en su mayor parte, los pacientes acuden demasiado tarde a los servicios médicos, cuando el tratamiento quirúrgico resulta imposible o inadecuado. En tales casos, la única posibilidad es el tratamiento con radionucleidos, ya sea solos o en combinación con una intervención quirúrgica.

### EVALUACION COMPARATIVA DE MODALIDADES DE TELETERAPIA

Con este proyecto de investigación se trata de lograr la participación de departamentos de radioterapia que emplean tanto cobalto como aceleradores lineales con fines de teleterapia. Deben tener acceso a los registros de gastos de operaciones correspondientes al equipo para determinar costos, fiabilidad y número de pacientes atendidos.

### ASPECTOS RADIOLOGICOS DE LA CONTAMINACION RADIATIVA NO FIJA DE BULTOS Y MEDIOS DE TRANSPORTE

Investigar los niveles, fuentes y métodos para controlar la contaminación radiactiva no fija de bultos y medios de transporte durante el traslado de materiales radiactivos, efectuar una nueva evaluación de las consecuencias radiológicas de los requisitos reglamentarios vigentes y definir los costos/beneficios y las justificaciones para modificar dichos requisitos reglamentarios.

Información preliminar sujeta a cambios. Para obtener información más completa acerca de las reuniones del OIEA se ruega dirigirse a la Sección de Servicios de Conferencia del OIEA en la Sede del Organismo en Viena, o consultar la publicación trimestral del OIEA *Meetings on Atomic Energy*, preparada por la División de Información Pública del Organismo, o a través de los servicios de Internet *WorldAtom* del OIEA en <http://www.iaea.org>. Para obtener más detalles sobre los proyectos coordinados de investigación del OIEA, dirigirse a la Sección de Administración de Contratos de Investigación en la Sede del OIEA. Los programas están encaminados a facilitar la cooperación a escala global en temas científicos y técnicos en diversas esferas, que van desde las aplicaciones de las radiaciones en la medicina, la agricultura y la industria hasta la tecnología nucleoelectrónica y la seguridad nuclear.



## OIEA SIMPOSIOS Y SEMINARIOS

### REUNIONES PROGRAMADAS PARA 2001

#### MAYO

Conferencia Internacional sobre seguridad de los materiales: medidas para prevenir, interceptar y responder a la utilización ilícita de materiales nucleares y fuentes radiactivas  
*7 a 11 de mayo, Estocolmo (Suecia)*

Seminario Internacional sobre la situación y las perspectivas de los reactores de pequeña y mediana potencia  
*27 a 31 de mayo, El Cairo (Egipto)*

#### AGOSTO

Simposio Internacional sobre instrumentos isotópicos para la vigilancia del estado nutricional en los programas de nutrición y desarrollo (parte integrante de la 17ª Conferencia Internacional de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición)  
*27 a 31 de agosto, Viena (Austria)*

#### SEPTIEMBRE

Conferencia Internacional sobre cuestiones de actualidad en materia de seguridad nuclear, radiológica y de los desechos radiactivos  
*3 a 6 de septiembre, Viena (Austria)*

Cuadragésima quinta Conferencia General del OIEA  
*17 a 21 de septiembre, Viena (Austria)*

#### OCTUBRE

Simposio Internacional sobre salvaguardias internacionales  
*29 de octubre a 2 de noviembre, Viena (Austria)*

#### NOVIEMBRE

Conferencia Internacional sobre desechos radiactivos procedentes de aplicaciones no eléctricas: intercambio de experiencias  
*5 a 9 de noviembre, Malta*

Simposio Internacional sobre utilización de aceleradores de baja energía  
*26 a 30 de noviembre, Sao Paulo (Brasil)*

*Toda la información está sujeta a cambios. Véase el recuadro de la izquierda.*

# BOLETIN OIEA

REVISTA TRIMESTRAL DEL  
ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Publicado por la División de Información Pública  
del Organismo Internacional de Energía Atómica,  
Apartado de Correos 100  
A-1400 Viena (Austria).  
Tel.: (43-1) 2600-21270 Facsimil: (43-1) 26007  
Correo electrónico: official.mail@iaea.org  
Internet: www.iaea.org

**DIRECTOR GENERAL:** Dr. Mohamed ElBaradei

**DIRECTORES GENERALES ADJUNTOS:**

Sr. David Waller, Sr. Pierre Goldschmidt,  
Sr. Victor Mourogov, Sr. Werner Burkart,  
Sr. Jihui Qian, Sr. Zygmund Domaratzki

**DIRECTOR DE LA DIVISION DE INFORMACION**

**PUBLICA:** Sr. David Kyd

**REDACTOR-JEFE:** Sr. Lothar H. Wedekind

**AYUDANTE DE REDACCION:**

Sra. Ritu Kenn

**COMPOSICION/DISEÑO:**

Sra. Ritu Kenn; Sr. S. Brodek, Viena

**COLABORADORES DE LOS DEPARTAMENTOS:**

Sra. A. Schiffmann, Sra. R. Spiegelberg  
Sra. Melanie Konz-Klingsbögel

**APOYO PARA LA PRODUCCION:**

Sr. H. Hunt, Sr. D. Schroder,  
Sr. R. Breitenecker, Sra. P. Murray,  
Sra. M. Liakhova, Sr. A. Adler, Sr. L. Nimetzki

**Ediciones en diversos idiomas**

**APOYO PARA LA TRADUCCION:**

División de Idiomas del OIEA

**EDICION EN FRANCÉS:** Sr. Yvon Prigent,  
traducción, edición

**EDICION EN ESPAÑOL:** Equipo de Servicios de  
Traductores e Intérpretes (ESTI), La Habana, Cuba,  
traducción; Sr. L. Herrero, edición

**EDICION EN CHINO:** Servicio de Traducciones de la  
Corporación de la Industria de la Energía Nuclear de  
China, Beijing; traducción, impresión, distribución

**EDICION EN RUSO:** JSC Interdialekt+, Moscú;  
traducción, impresión, distribución

**PUBLICIDAD**

Los anuncios publicitarios en los cuales, sin previa  
autorización por escrito, se utilice el nombre,  
emblemático y sello oficial del OIEA, o la abreviatura del  
nombre del OIEA, o se indique que el anunciante,  
proveedor o fabricante suministra o ha  
suministrado bienes o servicios al OIEA, o se  
implique que el OIEA ha apoyado o autorizado un  
producto o servicio determinado, no se aceptarán  
para su publicidad en el Boletín.

La correspondencia relativa a la publicidad debe  
dirigirse a la División de Publicaciones del OIEA,  
Dependencia de Promoción y Venta de  
Publicaciones, Apartado de Correos 100, A-1400,  
Viena (Austria). Para establecer contacto, véanse  
más arriba los números de teléfono, facsimil y  
correo electrónico

*El Boletín del OIEA se distribuye gratuitamente a un número  
limitado de lectores interesados en el OIEA y en la utilización de la  
energía nuclear con fines pacíficos. Las solicitudes por escrito  
deben dirigirse al Redactor-jefe. Pueden citarse libremente  
extractos de los textos del OIEA contenidos en este Boletín del  
OIEA, siempre que se mencione su origen. Cuando en un artículo  
se indique que su autor no es funcionario del OIEA, deberá  
solicitarse a ese autor o a la organización a que pertenezca  
permiso para la reimpresión del material, a menos que se trate de  
reseñas. Las opiniones expresadas en los artículos firmados o en  
los anuncios de este Boletín no representan necesariamente las del  
Organismo Internacional de Energía Atómica y el OIEA declina  
toda responsabilidad por las mismas.*

## ESTADOS MIEMBROS DEL OIEA

<b>1957</b> <b>Afghanistan</b> Albania Alemania Argentina Australia <b>Austria</b> <b>Belarus</b> <b>Brasil</b> Bulgaria <b>Canadá</b> Cuba <b>Dinamarca</b> Egipto El Salvador España <b>Estados Unidos de América</b> Etiopía <b>Federación de Rusia</b> <b>Francia</b> Grecia <b>Guatemala</b> Haití Hungría <b>India</b> Indonesia <b>Israel</b> Italia <b>Japón</b> Marruecos Mónaco Myanmar <b>Noruega</b> Nueva Zelanda Países Bajos <b>Pakistán</b> Paraguay Perú Polonia <b>Portugal</b> <b>Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte</b> República de Corea <b>República Dominicana</b> <b>Rumanía</b> Santa Sede	Sri Lanka <b>Sudáfrica</b> <b>Suecia</b> <b>Suiza</b> Tailandia Túnez <b>Turquía</b> Ucrania Venezuela Viet Nam Yugoslavia  <b>1958</b> Bélgica Camboya Ecuador Filipinas Finlandia Irán, Rep. Islámica del Luxemburgo México Sudán  <b>1959</b> Iraq  <b>1960</b> Colombia Chile Ghana Senegal  <b>1961</b> Libano Mali República democrática del Congo  <b>1962</b> Liberia Arabia Saudita  <b>1963</b> Algeria Bolivia Côte d'Ivoire Jamahiriya Arabe Libia República Arabe Siria	Uruguay  <b>1964</b> Camerún Gabón Kuwait Nigeria  <b>1965</b> Costa Rica Chipre Jamaica Kenya Madagascar  <b>1966</b> Jordania Panamá  <b>1967</b> Sierra Leona Singapur Uganda  <b>1968</b> Lichtenstein  <b>1969</b> Malasia Niger Zambia  <b>1970</b> Irlanda  <b>1972</b> Bangladesh  <b>1973</b> Mongolia  <b>1974</b> Mauricio  <b>1976</b> Emiratos Arabes Unidos Qatar República Unida de Tanzania	<b>1977</b> Nicaragua  <b>1983</b> Namibia  <b>1984</b> China  <b>1986</b> Zimbabwe  <b>1992</b> Eslovenia Estonia  <b>1993</b> Armenia Croacia <b>Eslovaquia</b> Lituania <b>República Checa</b>  <b>1994</b> Ex República Yugoslava de Macedonia Islas Marshall Kazajstán Uzbekistán Yemen  <b>1995</b> Bosnia y Herzegovina  <b>1996</b> Georgia  <b>1997</b> Letonia Malta República de Moldova  <b>1998</b> Benin Burkina Faso  <b>1999</b> Angola Honduras
---	--	--	---

Para la entrada en vigor del Estatuto del OIEA se requería la ratificación de dieciocho Estados. Al 29 de julio de 1957, los Estados que figuran en negrilla (incluida la antigua Checoslovaquia) habían ratificado el Estatuto.

El año indica el de ingreso como Estado Miembro. Los nombres de los Estados no corresponden necesariamente a su designación histórica.

El ingreso de los países que figuran en cursivas ha sido aprobado por la Conferencia General del OIEA y entrará en vigor una vez depositados los instrumentos jurídicos pertinentes.



El Organismo Internacional de Energía Atómica, creado el 29 de julio de 1957, es una organización intergubernamental independiente dentro del sistema de las Naciones Unidas. El Organismo, que tiene su Sede en Viena (Austria), cuenta actualmente con 130 Estados Miembros que mancomunadamente sus esfuerzos para realizar los objetivos principales del Estatuto del OIEA: acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero, y asegurar en la medida que le sea posible que la asistencia que preste, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares.

La sede del OIEA, en el Centro Internacional de Viena.

## EMBRACING THE FUTURE

Aloka, the leader in medical ultrasound, has always responded to diagnostic needs with innovative solutions that are ahead of their time. Our 50-year history of research and development has spanned the entire history of medical ultrasound. Moreover, our achievements have ranged from the world's first diagnostic ultrasound system in 1960 to the world's first Color Doppler system in 1983, as well as Hemispheric Sound Technologies and Pure Harmonic Detection in our 1999 ProSound™ PureHD ultrasound platform. With an eye to the future, we will continue pushing the limits of ultrasound technology in our quest for better health care. We're Aloka, the innovator in ultrasound.



**ALOKA**  
Science & Humanity  
[www.aloka.com](http://www.aloka.com)