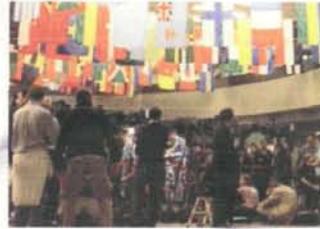


VOL. 44, Nº 2, 2002  
VIENNA, AUSTRIA

# OIEA BOLETIN



ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA



## VIENTOS DE CAMBIO



WINDS OF CHANGE

BETEP ПЕРЕМЕН

CHANGEMENTS

رياح التغيير

改革之风

## WORLD OF RESOURCES

WORLDTOM 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)

"WORLDTOM 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)

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)



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

### RECIPIENTS, PLEASE NOTE

The *IAEA Bulletin* is now published two times a year, at semi-annual intervals. As of 2003, six separate editions are printed in the official language editions of the Agency: Arabic, Chinese, English, French, Russian, and Spanish. For information about how to receive the print *IAEA Bulletin*, please contact the Division of Public Information at the IAEA address noted on this page, or write to [info@iaea.org](mailto:info@iaea.org). If you already are receiving the Bulletin, you do not need to notify us, and will continue to receive editions twice a year. For access to the *Bulletin* in electronic form, as well as more frequent updates and information about the IAEA and its work, visit the Agency's *WorldAtom* Web site at [www.iaea.org](http://www.iaea.org). Thank you.-- the Division of Public Information.

The Web Site of the  
International Atomic Energy Agency



## EN ESTA EDICIÓN

### LA NO PROLIFERACIÓN NUCLEAR

Nuevo examen de los conceptos básicos

*Por Mohamed ElBaradei*

2

### REFLEXIONES SOBRE LA SEGURIDAD NUCLEAR

Principal regulador nuclear estadounidense analiza respuesta a sucesos del 11 de septiembre

*Por Richard A. Meserve*

8

### EL OIEA EN EL IRAQ: ACTIVIDADES REALIZADAS Y CONCLUSIONES

El ex jefe del grupo destaca inspecciones en los noventa

*Por Garry Dillon*

13

### INSTRUMENTOS CLAVE PARA LAS INSPECCIONES NUCLEARES

Los avances en el muestreo ambiental fortalecen las salvaguardias

*Por David Donohue*

17

### ENERGÍA Y POBREZA

Aspectos destacados de la última edición del *World Energy Outlook*

*Agencia Internacional de Energía, Francia*

24

### LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA HORA DE LA VERDAD

Seis razones que sustentan argumentos pro energía nucleoelectrica

*Por John Ritch III*

30

### LA CIENCIA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Proyectos respaldados por el OIEA ayudan a impulsar el desarrollo

*Principales aspectos del nuevo folleto*

38

### DESECHOS RADIATIVOS: LO QUE PIENSA EL PÚBLICO

Encuestas en Europa y Estados Unidos indagan la opinión pública

*Comisión Europea e Instituto de Energía Nuclear*

44

### FORO CIENTÍFICO DE 2002 DEL OIEA

Ciclos de vida útil, conocimientos y seguridad física nucleares

*Informe ante la Conferencia General del OIEA*

50

### EL OBJETIVO DE LA PARIDAD ENTRE LOS GÉNEROS

Esfuerzos dirigidos a alcanzar una mayor representación de las mujeres profesionales

*Por Annick Carnino, Beverley Young, y Silvia Nemethyova*

54

### SECCIONES FIJAS DEL BOLETÍN DEL OIEA

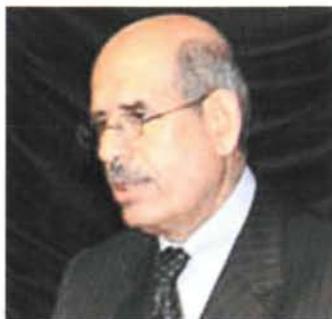
Vacantes, Noticias muy breves, Bases de datos, Libros...

# LA NO PROLIFERACIÓN NUCLEAR: NUEVO EXAMEN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS

POR DR. MOHAMED ELBARADEI

**E**n poco más de medio siglo, la era de las armas nucleares ha presenciado la fabricación de más de 125 000 ojivas nucleares: la mayor parte de ellas contiene una fuerza explosiva más intensa que el dispositivo conocido como "Little Man" (bomba atómica), que se utilizó en Hiroshima. Los ensayos de armas nucleares se han traducido en más de 2000 detonaciones nucleares: en la atmósfera, el espacio, debajo del agua y de la tierra. Pese al fin de la Guerra Fría, los retos a la no proliferación y al desarme abundan en todas las categorías de "armas de destrucción en masa" — nucleares, biológicas y químicas —, y un legado imperecedero de la Guerra Fría ha sido un exceso de material fisionable apto para la fabricación de armas, en la forma de uranio y plutonio muy enriquecidos. Por otra parte, aunque no hemos cumplido los pronósticos de los años del decenio de 1960 —de unos posibles 15 a 20 Estados poseedores de armas nucleares—, la lamentable realidad 40 años después es que se cree que, al menos, ocho países poseen armas nucleares, y el objetivo de un mundo libre de esas armas sigue siendo difícil de alcanzar.

El Tratado de 1970 sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP), con 188 Estados Partes, representa la piedra angular de las actividades mundiales orientadas a la no proliferación nuclear y el desarme, y pese a los últimos retos nunca ha sido más pertinente de lo que es en la actualidad. Ahora bien, si nos proponemos avanzar, creo que es indispensable que reanalicemos



diversos supuestos básicos y características del régimen actual, así como que consideremos algunos nuevos enfoques.

**Análisis de la asimetría existente entre "poseedores y no poseedores"**. Un supuesto clave en el centro del TNP fue que la asimetría existente entre los Estados poseedores de armas nucleares y los Estados no poseedores desaparecería gradualmente. Los dos grupos bien diferenciados de Estados contrajeron diferentes compromisos interrelacionados: en relación con los cinco Estados nucleares, es decir, los Estados que habían fabricado y detonado un arma nuclear antes del 1º de enero de 1967, un compromiso de despojarse de esas armas mediante negociaciones de "buena fe"; y en relación con los demás Estados, un compromiso de no adquirir armas nucleares y de aceptar la verificación del OIEA de todas sus actividades nucleares pacíficas a cambio del acceso a la tecnología nuclear con fines pacíficos.

Sin embargo, la trayectoria en cuanto a mantener esos compromisos es diversa. Gracias a las

actividades de transferencia de tecnología del OIEA y otras entidades, se han hecho realmente progresos significativos en la esfera del acceso mundial a los beneficios de la tecnología nuclear pacífica, relacionada con la generación de energía, la sanidad humana, la ordenación de los recursos hídricos, la producción de alimentos y la restauración del medio ambiente.

Por otra parte, se ha tenido éxito, en términos generales, en el régimen de no proliferación nuclear, pero con algunas deficiencias que más adelante abordaré. Se han hecho también progresos en el frente del desarme nuclear, pero queda mucho más por hacer. Las estrategias del desarme nuclear se han centrado, en su mayor parte, en la negociación de los acuerdos bilaterales de control de armas nucleares entre los poseedores de los dos arsenales nucleares más grandes y unos cuantos acuerdos multilaterales diseñados para frenar el desarrollo cuantitativo y cualitativo de las armas nucleares.

Visto el fin de la Guerra Fría como un impulso, se realizaron algunos progresos a principios y mediados de los años noventa, pero lamentablemente el proceso se retardó en la última parte del decenio. Aunque con el Tratado START I, que entró en vigor en 1994, se lograron reducciones significativas en el nivel de las armas estratégicas desplegadas, el START II, firmado en 1993, ha sido abandonado.

---

*El Dr. ElBaradei es el Director General del OIEA. El presente artículo se basa en el discurso principal que pronunció ante la Conferencia sobre no Proliferación de la Dotación Carnegie, celebrada en noviembre de 2002. Puede encontrarse más información en el sitio CEIP en [www.ceip.org](http://www.ceip.org).*

Los esfuerzos encaminados a poner fin al desarrollo de las armas nucleares representaron un hito importante en la concertación del Tratado sobre la prohibición completa de los ensayos nucleares (TPCE) en septiembre de 1996. Ahora bien, se ha avanzado a un ritmo lento entre los 44 países cuya ratificación se requiere para que el tratado entre en vigor. Además, el rechazo del TPCE por el Senado de los Estados Unidos en 1999 fue un claro revés. La negociación de un tratado de cesación de la producción de materiales fisionables (TCPMF) continúa siendo relegado al olvido en Ginebra, a más de siete años después que el acuerdo se concertó por mandato.

Esos problemas pueden remontarse, en general, a la permanente dependencia de la doctrina de disuasión nuclear y a la falta de una estrategia global de desarme. En algunos casos —por ejemplo, el TPCE y la Convención sobre armas biológicas y tóxicas—, los progresos no han sido persistentes debido, en parte, a las dudas percibidas acerca de la credibilidad de los respectivos regímenes de verificación. Esas regresiones se han traducido en un estancamiento en el proceso de desarme y han contribuido a que se pierdan las esperanzas de seguir realizando ulteriores progresos.

La Conferencia de examen del TNP de 2000, sobre la base del conjunto de decisiones y resoluciones que dieron lugar a la prórroga indefinida del TNP en 1995, se tradujo en diversos compromisos alentadores, uno de los más importantes es el "compromiso inequívoco" por parte de los Estados poseedores de armas nucleares de lograr la total eliminación de sus arsenales nucleares. Sin embargo, apenas transcurridos unos dos años, nos hemos apartado claramente de esos compromisos, y, varias de las "13 medidas" orientadas hacia el desarme nuclear —como "irrever-

sibilidad", "START II, START III y el Tratado ABM", otras reducciones "unilaterales" en los arsenales nucleares, "mayor transparencia", "ulterior reducción de armas nucleares no estratégicas" y los "informes ordinarios" sobre la aplicación del artículo VI del TNP— se quedaron sin medidas de seguimiento concretas y en algunos casos se desearon.

Ello no quiere decir que no se hayan observado señales alentadoras. A mediados de 2002, los presidentes de Rusia y de los Estados Unidos firmaron un tratado para seguir reduciendo hasta 1700 y 2200, respectivamente, sus ojivas nucleares estratégicas desplegadas para finales de 2012, y acordaron retirar cantidades no específicas y adicionales de material fisionable del uso militar. Por otra parte, en su Cumbre de junio de 2002, los Jefes de Estado del G8 establecieron una Acción Concertada mundial contra la difusión de las armas y los materiales de destrucción en masa, y contrajeron un compromiso de recaudar hasta veinte mil millones de dólares durante los próximos diez años para financiar, entre otras cosas, la disposición del excedente de material fisionable procedente de armas nucleares.

Sin embargo, en cada aspecto fundamental, se mantiene la asimetría entre lo que el presidente estadounidense, Kennedy, calificó de "poseedores y no poseedores". Además, algunos Estados poseedores de armas nucleares han cambiado radicalmente la dirección, al hacer hincapié en el valor permanente de las armas nucleares en defensa de los intereses de la seguridad nacional, incluidos debates respecto de la viabilidad de desarrollar nuevos tipos de armas nucleares y escenarios para el uso de esas armas contra los Estados no poseedores de armas nucleares.

En mi opinión, mientras más se perpetúa esa asimetría, más se convertirá en una amenaza para la propia base del régimen de no

proliferación. Como planteó la Comisión de Canberra hace unos años, la situación actual "no puede sostenerse, [porque] la posesión de armas nucleares por cualquier Estado es un constante estímulo para que otros Estados las adquieran". Aunque puede ser poco realista esperar concluir el desarme nuclear en el futuro inmediato, es indispensable que todas las partes tomen medidas adicionales, lo cual señalaría una disposición a reducir el volumen de las armas nucleares y la dependencia en ellas, en cumplimiento de los compromisos actuales.

Una medida decisiva para avanzar hacia el desarme nuclear será reexaminar la antigua doctrina de "disuasión nuclear". Esta doctrina continúa estando muy arraigada en las estrategias de seguridad nacional de todos los Estados nucleares y muchos Estados no nucleares siguen dependiendo de ella, mediante los llamados arreglos de "sombilla nuclear", como una característica importante de su cartera de seguridad.

De hecho, independientemente de cualquier efecto disuasivo que las armas nucleares hayan logrado durante la Guerra Fría, están perdiendo progresivamente su valor como moneda de poder, particularmente para prevenir conflictos locales y para enfrentar las amenazas planteadas por los grupos terroristas subnacionales. Teniendo en cuenta que sólo el uso legítimo percibido de las armas nucleares se hace por la supervivencia definitiva de un Estado, los Estados nucleares deben, como mínimo, ser capaces de avanzar con más rapidez con el objeto de reducir su inventario de armas al nivel más bajo.

**Fortalecimiento del régimen de verificación.** El descubrimiento de un programa clandestino de armas nucleares en el Iraq después de la Guerra del Golfo de 1991 puso lamentablemente de manifiesto que el sistema de verificación del OIEA, centrado en las actividades nucleares declaradas

y sus derechos limitados de acceso a la información y los emplazamientos, no era apropiado para que el Organismo ofreciera amplias seguridades respecto del uso pacífico, que se exigen conforme al TNP. Esta manifiesta comprensión motivó que la comunidad internacional ampliara significativamente los derechos de verificación del OIEA. Esos nuevos derechos se incorporaron al protocolo de 1997 adicional a los acuerdos de salvaguardias, con la solicitud de que todos los Estados lo suscriban.

En cuanto a los Estados no poseedores de armas nucleares, con un acuerdo de salvaguardias y un protocolo adicional en vigor, el Organismo ahora puede ofrecer garantía digna de crédito no sólo sobre la desviación del material nuclear declarado sino, igualmente importante, sobre la ausencia de material y actividades nucleares no declarados. Sin embargo, es de lamentar que muchos Estados no hayan tomado las medidas necesarias para concertar los requeridos acuerdos de salvaguardias con el OIEA, sin mencionar el protocolo adicional: 49 Estados no poseedores de armas nucleares que son Partes en el TNP todavía no tienen acuerdos de salvaguardias, y desde 1997, fecha en que se adoptó el modelo de Protocolo adicional, sólo 28 de esos protocolos adicionales han entrado en vigor. Es evidente que deben hacerse más esfuerzos para garantizar que los Estados tomen sus obligaciones en materia de no proliferación con más seriedad; sin embargo, debo señalar que algunos Estados no poseedores de armas nucleares se escudan en su buena voluntad para concluir los requeridos protocolos adicionales a sus acuerdos de salvaguardias, al señalar la falta de progreso en el desarme nuclear. Por supuesto, sin acuerdos de salvaguardias, el Organismo no puede llevar a cabo actividades de verificación ni ofrecer garantías

de no proliferación. Además, en cuanto a los Estados sin protocolos adicionales, los derechos de acceso del OIEA siguen siendo esencialmente los mismos que en el período anterior a los sucesos en el Iraq. Para que el Organismo ofrezca las garantías requeridas, éste debe tener la autoridad necesaria.

Es evidente que el éxito del régimen de verificación del OIEA dependerá grandemente de lograr que todos los Estados no poseedores de armas nucleares y que son Partes en el TNP manifiesten su adhesión universal a los acuerdos de salvaguardias y a los protocolos adicionales requeridos. El Organismo también debe tener suficientes recursos financieros; a pesar de nuestras crecientes responsabilidades, el presupuesto de salvaguardias, así como el resto del presupuesto del Organismo, en realidad, ha sido congelado durante más de un decenio y medio debido a la política general de crecimiento real cero que se ha impuesto a todas las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, independientemente de sus responsabilidades, prioridades o modos de operación. Esta situación, de continuar, socavará inevitablemente la capacidad del OIEA para realizar la verificación digna de crédito. Por suerte, en fecha reciente, varios Estados Miembros —incluidos los Estados Unidos—, han reconocido la importancia de aumentar los recursos del Organismo y ahora propugnan ese aumento.

El régimen de verificación del OIEA también se beneficiaría de una cooperación más directa con los Estados Miembros en la esfera del intercambio de información. Sin tener en cuenta qué información los Estados tal vez consideren que guarde relación con el posible incumplimiento de las obligaciones en materia de no proliferación, sólo por conducto del Organismo es que esa información puede corroborarse

mediante la inspección y las conclusiones extraídas. Por tanto, nunca se podrá insistir lo suficiente en el valor de recibir información oportuna de los Estados acerca de los supuestos casos de incumplimiento. Puedo informar que se están haciendo buenos progresos en el desarrollo del *modus operandi* para que el OIEA reciba información pertinente en el momento oportuno, mientras protege el carácter confidencial de la información, por una parte, y respeta la independencia del Organismo, por la otra.

**Concordancia al abordar el incumplimiento.** El aspecto de la no proliferación que recibe mayor atención se relaciona con las cuestiones del cumplimiento: actualmente, las situaciones en el Iraq y la República Popular Democrática de Corea (RPDC).

*Iraq.* En un reciente editorial del Washington Post, esclarecí lo que considero que es el propósito y valor de las inspecciones de armas en el Iraq. (*Véase el recuadro de la página 7.*) Las actividades de inspección que se detuvieron abruptamente en diciembre de 1998 frustraron satisfactoriamente los esfuerzos del Iraq por desarrollar un programa de armas nucleares. Neutralizamos el programa nuclear del Iraq. Destruimos, retiramos o inutilizamos todas sus instalaciones y equipo que guardan relación con la producción de armas nucleares; principalmente a finales de 1992. Confiscamos materiales aptos para la fabricación de armamentos del Iraq —esencialmente el combustible de reactores de investigación—, y en febrero de 1994 terminó su retirada del país. Además, aunque no alegamos que teníamos una certeza absoluta, confiábamos en que no pasamos por alto ningún componente significativo del programa nuclear del Iraq.

En diciembre de 1998, las actividades de inspección del OIEA y de UNSCOM se detuvieron,

con la inminencia de una huelga militar. Aunque la vigilancia por satélite y otras labores analíticas han continuado desde esa fecha, ningún teleanálisis puede reemplazar las inspecciones, ni tampoco puede permitir que lleguemos a conclusiones acerca de lo que ha ocurrido en relación con el desarrollo de las armas nucleares en el Iraq en los cuatro años intermedios. La única forma de determinar los hechos es mediante la inspección.

Con la aprobación el 8 de noviembre de 2002 de la resolución 1441 del Consejo de Seguridad, desde entonces hemos reanudado nuestras actividades de inspección en el Iraq y Hans Blix y yo encabezamos un grupo de avanzada de inspectores a Bagdad a finales de noviembre. El éxito de las inspecciones en el Iraq dependerá, en mi opinión, de cinco requisitos previos interrelacionados: 1) acceso inmediato y sin trabas a cualquier lugar o sitio en el Iraq, y el pleno uso de toda la autoridad que el Consejo de Seguridad nos ha otorgado, incluida la autoridad nacional prevista en la nueva resolución; 2) pronto acceso a todas las fuentes de información, incluida información secreta oportuna; 3) apoyo unificado e inequívoco del Consejo de Seguridad, con la firme decisión de actuar inmediatamente en caso de incumplimiento—, esto, en mi opinión, es el mejor apoyo que los inspectores pudieran tener y la mejor disuasión frente al incumplimiento; 4) cooperación activa del Iraq, con una demostración sostenida de su disposición declarada de ser transparente y de permitir que los inspectores cumplan su misión sin añadir condiciones; y 5) la preservación de la integridad e imparcialidad del proceso de inspección, libre de injerencia externa, para garantizar que todas las Partes acepten las conclusiones por su objetividad y credibilidad. Los esfuerzos de los gobiernos nacionales por infiltrarse en el

proceso de inspección son, en última instancia, contraproducentes porque motivan la destrucción de la propia estructura del proceso, para no mencionar su credibilidad.

Esperaría y confío que, con la autoridad apropiada y la información necesaria, los inspectores deben ser capaces de verificar con eficacia el desarme del Iraq. En mi opinión, el uso de la fuerza debe evidentemente ser el último recurso y no la primera opción. Sin embargo, independientemente de cómo se desenvuelvan los acontecimientos en el futuro previsible, las inspecciones serán clave, a largo plazo, para garantizar que se detecten y frustren las actividades clandestinas para desarrollar armas nucleares, en el Iraq o en otro lugar. Por ejemplo, no existe certeza de que un nuevo régimen en el Iraq, democrático o diferente, renuncie automáticamente a las armas no convencionales, si se percibe que esa renuncia es incongruente con su percepción de amenaza. Por tanto, es indispensable que despleguemos todo esfuerzo posible para velar por que esa inspección —que es fundamental para todo el esfuerzo del control de las armas nucleares—, tenga éxito en el Iraq y en otros lugares. Ello requiere que continuemos aprendiendo de nuestra experiencia anterior, que perfeccionemos el sistema, y sobre todo que continuemos trabajando de conjunto para alcanzar esa meta.

**RPDC.** La RPDC se adhirió al TNP en diciembre de 1985, pero su acuerdo de salvaguardias no entró en vigor hasta abril de 1992, seis años después de su adhesión al TNP. Poco después, en 1993, el Organismo y el Consejo de Seguridad declararon que la RPDC incumplían con su acuerdo de salvaguardias. Ello se debe a que el OIEA no ha recibido acceso necesario a la información e instalaciones para poder verificar que la RPDC ha realizado una declaración

completa y correcta de su material nuclear sometido a las salvaguardias del OIEA.

Estimamos que la labor requerida para verificar la corrección y exhaustividad de la declaración inicial de la RPDC podría demorarse de tres a cuatro años, suponiendo la plena cooperación de la RPDC. Además de ser una obligación fundamental contraída en virtud del acuerdo de salvaguardias de la RPDC, esta labor de verificación es una condición previa para el suministro de los componentes nucleares esenciales conforme al marco acordado entre los Estados Unidos de América y la RPDC. La entrega pudiera comenzar en fecha tan temprana como a mediados de 2005. Por tanto, he continuado instando a la RPDC para que acepte el inicio de este proceso de verificación.

La información reciente ha sugerido que, durante los últimos años, la RPDC ha estado trabajando, además, en un programa para producir uranio muy enriquecido. Hemos pedido a la RPDC que confirme esos informes y nos hemos ofrecido para analizar a un alto nivel esas y otras cuestiones que guardan relación con el cumplimiento de sus obligaciones en materia de no proliferación, que exigen que todo el material nuclear existente en el país sea declarado y sometido a las salvaguardias del OIEA. (Entre otros acontecimientos de finales de 2002, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó una resolución en la que hizo suyos los permanentes esfuerzos del Organismo e instó al pleno cumplimiento por parte de la RPDC.)

Como ustedes saben, continúan haciéndose comparaciones entre los diferentes enfoques adoptados con respecto al Iraq y la RPDC: dos países que violan sus obligaciones en materia de no proliferación. Se han ofrecido diversas explicaciones acerca de esas diferencias de enfoque. Es

obvio que las dos situaciones difieren y son sumamente complejas. Además, es comprensible que los incentivos y desincentivos —"la zanahoria y la varilla"—, tengan que emplearse asignando prioridades diferentes. Sin embargo, estimo que aunque circunstancias diferentes pueden requerir respuestas asimétricas, en el caso del incumplimiento con las obligaciones en materia de no proliferación, para la credibilidad del régimen, el enfoque en todos los casos debe ser el mismo: ninguna tolerancia.

#### **Consolidación del régimen.**

Paralelamente con lo anterior, debemos continuar analizando las formas pragmáticas de fortalecer el régimen de no proliferación. Un ejemplo de ello es el enfoque respecto de los tres países restantes que no pertenecen al régimen de no proliferación. En mi opinión, no debemos continuar considerando que esos Estados sólo son "no miembros", sino más bien inducirlos a actuar como asociados en el esfuerzo general por consolidar el régimen de no proliferación y hacer progresos en el desarme nuclear.

Un buen ejemplo se encuentra en la esfera de los controles de las exportaciones. La India y el Pakistán continúan operando algunos reactores nucleares e instalaciones conexas que están sometidas a las salvaguardias del OIEA, con todo, —debido a los controles de las exportaciones—, ningún país puede garantizar el equipo y la tecnología de seguridad nuclear tan necesitados. En vez de centrarnos exclusivamente en una política de negativa, debemos buscar oportunidades para el compromiso mediante, entre otras cosas, la aplicación no sólo de sanciones, sino también de incentivos. Por ejemplo, a cambio de recibir asistencia en materia de seguridad nuclear —una excepción prevista conforme a las directrices del Grupo de Suministradores Nucleares (GSN)—, esos Estados podrían

comprometerse a seguir las directrices del GSN y apoyar activamente el TPCE y el TCPMF.

**Actividades relativas a los nuevos enfoques respecto de la seguridad.** Mi último tema se relaciona con la cuestión fundamental de la seguridad. Para entender la forma de avanzar, creo que debemos examinar no sólo los síntomas, sino también las causas fundamentales: los "impulsores" y las motivaciones que dan lugar a la proliferación nuclear. ¿Por qué, por ejemplo, el Oriente Medio es una zona de actividad recurrente de proliferación en oposición a, digamos, Escandinavia? Es evidente que esta situación de conflicto y tensión perdurables crea esa posibilidad. Lo mismo podría decirse de Asia meridional, otro "foco" de preocupación en materia de proliferación.

En algunas regiones, se han resuelto, en gran medida, las preocupaciones en materia de seguridad mediante los arreglos de la "sombra nuclear", a los que anteriormente me referí y mediante los acuerdos y compromisos regionales. Además, por consiguiente, en las regiones donde se han abordado las preocupaciones en materia de seguridad, existe poca o ninguna "demanda" de armas de destrucción en masa. Ahora bien, no debe sorprender que regiones que enfrentan una merma de la seguridad y conflictos sin resolver son también las regiones con una "demanda" continuada.

En cada una de esas regiones problemáticas, los conflictos y las preocupaciones en materia de proliferación han existido durante algún tiempo: en algunos casos se les ha silenciado o se les ha pasado por alto. En ese contexto regional, la posesión por un país de armas de destrucción en masa proporciona un evidente estímulo para que otros las adquieran. Por consiguiente, en relación con cada una de esas regiones, los debates de la seguridad regional

no pueden desvincularse del arreglo de las controversias regionales y debe abordarse simultáneamente, de manera amplia que tenga en cuenta las preocupaciones de todos por la seguridad. Una seguridad perfecta para una parte puede ser una inseguridad perfecta para la otra.

Una estrategia que actualmente está surgiendo entraña mayor dependencia de los sistemas regionales de seguridad, como el que se ha concebido en Europa. Queda por ver cuán eficaces serán esos sistemas. Sin embargo, en mi opinión, la posibilidad de avanzar —no sólo en cuanto a las preocupaciones en materia de proliferación, sino también respecto de reducciones significativas en los arsenales nucleares actuales—, depende decisivamente de nuestra capacidad para elaborar estrategias de seguridad alternativas dignas de crédito, estrategias que no incluyen la disuasión nuclear como una característica, estrategias que sean funcionales y en la que todos los Estados puedan depender con confianza.

Con este fin, existe una urgente necesidad de revigorizar el sistema de seguridad colectiva de 1945, según se prescribe en la Carta de las Naciones Unidas, mediante una definición más amplia del concepto de las amenazas a la paz y la seguridad internacionales, para abarcar no sólo las amenazas militares, sino también las amenazas que se relacionan con la falta de buen gobierno y la usurpación de la soberanía de los pueblos, con la apremiante necesidad del desarrollo económico y social y con la negativa de los derechos humanos. Igualmente importante, existe una necesidad urgente de reformar el Consejo de Seguridad para que refleje mejor las cambiantes realidades de los decenios recientes y para permitir que el Consejo, mediante las claramente definidas "normas para entablar combate", no sólo para responder sino tam-

## LAS INSPECCIONES SON LA CLAVE

En mi condición de inspector nuclear principal para garantizar el desarme del Iraq, creo que es decisivo en este momento histórico dejar claro el propósito y el valor de las inspecciones de armas en el Iraq. Las inspecciones realizadas por una tercera parte imparcial y digna de crédito han sido la piedra angular de los acuerdos internacionales sobre el control de las armas nucleares durante decenios. Cuando existe la intención de desarrollar un programa clandestino de armas nucleares, las inspecciones sirven eficazmente como medio de detección y disuasión.

Desde 1991 hasta 1998, El Organismo Internacional de Energía Atómica, facultado por el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas con amplios derechos de inspección, logró frustrar los esfuerzos del Iraq para desarrollar armas nucleares, las armas más letales de destrucción en masa. El 7 de octubre de 2002, el presidente Bush planteó en Cincinnati que antes de que se le impidiera el acceso al Iraq en 1998, el Organismo Internacional de Energía Atómica desmanteló amplias instalaciones relacionadas con las armas nucleares.

Neutralizamos el programa nuclear del Iraq. Confiscamos sus materiales aptos para la fabricación de armamentos. Destruimos, retiramos o inutilizamos todas sus instalaciones y equipo pertinentes para la producción de armas nucleares. Además, aunque no alegamos una certeza total, confiamos en que no pasamos por alto ningún componente significativo del programa nuclear del Iraq.

El problema surgió en 1998, fecha en que se detuvieron todas las inspecciones, con la inminencia de una huelga militar. Aunque la vigilancia por satélite y la labor analítica han continuado desde entonces, ningún teleanálisis puede reemplazar las inspecciones, ni tampoco puede permitirnos que lleguemos a conclusiones acerca de lo que ha ocurrido en relación con el desarrollo de las armas nucleares en el Iraq en los cuatro años intermedios. La mejor forma de determinar los hechos es mediante el regreso de los inspectores al Iraq.

Después de transcurridos cuatro años, se han reabierto finalmente las puertas a las inspecciones y debemos aprovechar esa oportunidad. El éxito de las inspecciones en el Iraq —al eliminar no sólo las armas nucleares, sino también las biológicas y químicas—, dependerá de cinco requisitos previos interrelacionados:

1. Autoridad plena y explícita de inspección, lo que significa el acceso inmediato y sin trabas a cualquier lugar en el Iraq —incluidos los sitios presidenciales—, y los arreglos de fun-

cionamiento prácticos para la comunicación, el transporte y otros aspectos de la logística para garantizar que los inspectores puedan actuar en condiciones de seguridad y con eficacia.

2. Pronto acceso a todas las fuentes de información, incluida la libertad para entrevistar al personal iraquí correspondiente sin intimidación o amenaza de castigo a esos individuos, y acceso a la información de otros Estados, así como información obtenida mediante la vigilancia aérea y otras actividades de inspección.

3. Apoyo unificado e incondicional del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, con la firme decisión de abordar pronta y enérgicamente cualquier incumplimiento o falta de cooperación por parte del Iraq. Esta es la mejor disuasión para garantizar el cumplimiento del Iraq.

4. Preservación de la integridad y objetividad en el proceso de inspección. Debe haber un régimen de inspección justo e imparcial, libre de injerencia externa, para garantizar que todas las partes acepten que nuestras conclusiones son creíbles.

5. La cooperación activa del Iraq, incluida una demostración sostenida por el gobierno de su disposición declarada de ser transparente y de permitir a los inspectores pleno acceso para que cumplan su misión. Este esfuerzo pudiera facilitarse aún más (y acortarse el proceso de inspección) si el Iraq tomara la iniciativa —no sólo con el cumplimiento pasivo, sino también con la cooperación activa—, por ejemplo, presentando una declaración completa y "definitiva" de su equipo y actividades relacionadas con las armas.

En coincidencia con las inspecciones en el Iraq, deben tomarse medidas enérgicas a nivel mundial para garantizar la protección física del material nuclear, con el control eficaz de las exportaciones significativas de armas y la vigilancia de las fronteras para detectar cualquier intento del tráfico ilícito.

Independientemente de cómo se desenvuelvan los acontecimientos en el futuro inmediato, las inspecciones serán la clave, a largo plazo, para garantizar que se detecten y frustren las actividades clandestinas dirigidas a desarrollar armas nucleares en el Iraq u otros lugares.

Quisiera hacer un doble llamamiento: al Gobierno del Iraq, para que ofrezca la total cooperación que el mundo está exigiendo, y a la comunidad internacional, para recurrir a las inspecciones y no a otras alternativas. *-Ensayo del Dr. ElBaradei publicado en el Washington Post, el 21 de octubre de 2002.*

bién para impedir las amenazas a la paz y la seguridad internacionales. Entre las esferas de reforma pudieran incluirse: un mecanismo de funcionamiento para el arreglo de controversias incluido, según proceda, el recurso a la adjudicación u arbitraje internacionales; un sistema inteligente de sanciones para enfrentar el incumplimiento, adaptable a diferentes regímenes y a situaciones diferentes; fuerzas de las Naciones

Unidas prontamente disponibles y mejor equipadas para contener y controlar las controversias incipientes; y límites acordados en el uso del derecho de veto.

**Conclusiones.** Pese a los desafíos que hoy he esbozado, continúo creyendo firmemente en los aportes que hacen los regímenes de tratados multilaterales para prevenir la ulterior proliferación y uso de las armas de destrucción en masa. Vale la pena

recordar que hace prácticamente medio siglo el General Omar Bradley dijo que hemos desentrañado los misterios del átomo y olvidado las lecciones del sermón del monte. Sabemos más acerca de la guerra de lo que sabemos acerca de la paz. Confío en que todos continuaremos trabajando de conjunto para demostrar que hemos aprendido algunas lecciones desde que el General Bradley pronunció esas palabras. □

# REFLEXIONES SOBRE LA SEGURIDAD NUCLEAR

## PRINCIPAL REGULADOR NUCLEAR ESTADOUNIDENSE ANALIZA RESPUESTA A SUCESOS DEL 11 DE SEPTIEMBRE

DR. RICHARD A. MESERVE

**T**ras los ataques terroristas de septiembre de 2001 perpetrados en los Estados Unidos, la seguridad de la infraestructura fundamental de la nación, incluidas sus centrales nucleares comerciales, se ha convertido en una preocupación primordial. Me siento particularmente satisfecho de haber contribuido a establecer la colaboración entre funcionarios del gobierno federal, del Estado y de las entidades locales, los titulares de licencia de la Comisión Reguladora Nuclear (CRN) y los grupos de trabajo de la industria con la finalidad de velar por que se continúe aumentando la ya fuerte protección que tienen esas instalaciones. Todos los niveles del gobierno y los titulares de licencia de la CRN hicieron importantes aportes con miras a fortalecer las defensas contra la amenaza cada vez mayor de un ataque terrorista. Quisiera expresarles mi sincero agradecimiento.

Los sucesos del 11 de septiembre también tuvieron una repercusión más amplia. Todos analizamos el mundo de manera diferente. La sociedad está atenta a las posibles actividades de los terroristas y se preocupa por las instalaciones que pudieran interesarles atacar.

Este fortalecimiento de la vigilancia se manifiesta en el incremento de las notificaciones que hacen los miembros del público respecto de posibles actividades sospechosas que se desarrollan en las cercanías de las centrales nucleares. También es evidente que la amenaza de terrorismo seguirá siendo un problema a largo plazo. Como resultado de ello, se exige al gobierno que



adopte medidas dirigidas a preservar la seguridad de los ciudadanos.

La CRN ha aceptado plenamente esa responsabilidad. Ahora bien, esa misión no puede cumplirse en un abrir y cerrar de ojos. Aunque la CRN haya adoptado muchas medidas importantes, aún subsisten grandes problemas. Permítanme dedicar algunos momentos a reflexionar sobre la situación de la seguridad en las instalaciones autorizadas de la CRN, y después centrar la atención en el futuro.

Existen tres aspectos fundamentales en los que quisiera hacer hincapié desde el principio.

□ El primer aspecto es que la protección física de las centrales nucleares era eficaz antes del 11 de septiembre. No conozco ninguna otra industria que haya tenido que cumplir los estrictos requisitos de seguridad que la CRN mantuvo establecidos durante un

cuarto de siglo. Además, esos requisitos fueron reforzados significativamente durante el año pasado. Las centrales están rodeadas por múltiples cercas, y el perímetro se mantiene bajo constante control mediante sistemas de detección y vigilancia. Están custodiadas por fuerzas de seguridad bien entrenadas y armadas. Las centrales nucleares están construidas para que resistan huracanes, tornados y terremotos, lo que las sitúa entre las estructuras más sólidas que existen.

Las centrales también tienen la ventaja de estar dotadas de equipo de seguridad redundante y diverso, para que si un componente activo falla, otro componente o sistema realice su función. Los explotadores están capacitados para responder a sucesos imprevistos, y se han establecido planes de emergencia cuidadosamente diseñados. En

*El Dr. Meserve (al centro de la foto de arriba) es Presidente de la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos. Hizo de moderador en la sesión sobre Seguridad Nuclear en el Foro Científico del OIEA de septiembre de 2002. El presente artículo se basa en el discurso titulado "Un año después: reflexiones sobre la seguridad nuclear", que pronunció ante la Conferencia InfoCast en Washington, D.C., el 11 de septiembre de 2002.*

suma, la seguridad de las centrales nucleares es muy fuerte, y éstas tienen una capacidad inherente para resistir sucesos graves de todo tipo, incluidos los que los terroristas pudieran iniciar.

■ El segundo aspecto se refiere a que, desde el 11 de septiembre, no ha habido ninguna amenaza específica digna de crédito de ataque terrorista contra una central nuclear. La CRN ha trabajado directamente con el personal de los servicios de información y de las entidades encargadas de hacer cumplir la ley para evaluar las amenazas que puedan estar dirigidas contra instalaciones nucleares. Aunque es difícil predecir cuándo y dónde los terroristas volverán a atacar, la fuerte seguridad que existe en las centrales nucleares debería servir de eficaz elemento de disuasión. No obstante, es prudente suponer que Al Qaeda puede pensar en las instalaciones nucleares como posibles objetivos. De ahí que la CRN haya establecido un sistema de advertencia de amenazas de cinco niveles y de medidas de protección, que exige a los titulares de licencia la adopción de medidas específicas para responder a los cambios que se produzcan en el nivel de la amenaza.

■ El tercer aspecto, a la luz de los sucesos del 11 de septiembre, es que la CRN ha reconocido la necesidad de reexaminar las anteriores estrategias de seguridad para velar por la implantación de los medios de protección adecuados a largo plazo. Poco después de los ataques, iniciamos un amplio examen de los requisitos que habíamos establecido en materia de protección física y seguridad. Estamos emprendiendo un segundo examen de las hipótesis en las que se basa el marco regulativo actual y estamos efectuando todos los cambios que sean necesarios. Como resultado de ese examen, ya hemos adoptado medidas y se adoptarán más en los meses venideros.

**Respuesta de la CRN después del 11 de septiembre.** A

raíz de los ataques, la CRN envió más de 30 advertencias sobre salvaguardias y amenazas en relación con las principales instalaciones autorizadas, colocándolas en el nivel de seguridad más alto. Esas medidas permitieron aumentar la seguridad en toda la industria nuclear, y muchas de las medidas de seguridad fortalecidas son ahora requisitos debido a las Órdenes de la CRN posteriormente emitidas.

Como ejemplos del fortalecimiento de la seguridad cabe mencionar el incremento de patrullas, fuerzas y puestos adicionales de seguridad, la ampliación de las distancias a que deben mantenerse los vehículos y una mayor coordinación con las autoridades encargadas de hacer cumplir la ley y los servicios de información.

La Comisión también ha aumentado el control de la entrada a las centrales nucleares, lo que puede ser uno de los medios más eficaces de frustrar un ataque, ya que un trabajador con acceso a información confidencial pudiera dar importante ayuda a un grupo de ataque. El reglamento de la CRN exige que el FBI investigue los antecedentes de las personas que pueden entrar a las centrales nucleares sin acompañamiento, las verificaciones de la confiabilidad, el expediente laboral, las verificaciones de las referencias, las pruebas psicológicas y las verificaciones de los antecedentes penales. Otras restricciones son prohibir el uso de acceso temporal sin acompañamiento a zonas sensibles.

La introducción de mejoras en las comunicaciones ha sido una característica primordial de nuestras actividades. No sólo hemos establecido una relación mutua y frecuente con los titulares de licencia respecto de la seguridad de sus instalaciones, sino que también hemos mejorado los vínculos con otros sectores del gobierno. Por ejemplo, mantenemos contacto directo y permanente con los servicios de información y las autoridades encargadas de hacer cumplir la ley y hemos recomen-

dado a los titulares de licencia que mejoren los protocolos para que las entidades oficiales participen en la defensa de sus instalaciones.

La Comisión también ha concluido la evaluación inicial de la vulnerabilidad de los reactores de potencia al uso malévolo intencional de aeronaves comerciales en ataques suicidas y ha emprendido un programa de investigaciones de amplio alcance con objeto de conocer la vulnerabilidad de diversas clases de instalaciones a un amplio espectro de ataques. Estamos elaborando medidas orientadas a atenuar las vulnerabilidades que se detecten.

Aunque nuestra labor en esta esfera es permanente, la Comisión ha orientado a los titulares de licencia de centrales nucleares que elaboren planes y estrategias específicos para responder a un suceso que pudiera dañar grandes superficies de sus centrales debido a impactos, explosiones o incendio. Además, los titulares de licencia deben ofrecer garantías de que los recursos disponibles para la planificación de medidas de emergencia son suficientes para responder a esa clase de suceso.

La Comisión trabaja directamente con otros organismos federales en la revisión de la amenaza base de diseño, fundamento de los programas de seguridad de los titulares de licencia de las centrales. Es probable que se realicen cambios importantes. Las Órdenes de la Comisión estipulan expresamente que debe haber mayor seguridad mientras se efectúa la revisión.

Es necesario revisar la capacidad relacionada con la seguridad para que se confíe en la idoneidad de las medidas de defensa. La Comisión decidió que todos los exámenes del comportamiento de la seguridad, incluso los ejercicios de fuerza contra fuerza, se realicen en el futuro en todas las centrales nucleares atendiendo a un ciclo de tres años, y no al de ocho años que antiguamente se aplicaba. Esas revisiones han comenza-

do con ejercicios "teóricos" en los que participa, por primera vez, una amplia variedad de funcionarios federales, estatales y locales encargados de hacer cumplir las leyes y de la planificación de las medidas de emergencia.

En respuesta a la Directiva presidencial No. 3 sobre seguridad del territorio nacional, la CRN elaboró un nuevo sistema de advertencia de amenazas y de medidas de protección. Cuando se informe de un nuevo nivel de amenaza, la CRN notificará inmediatamente a los titulares de licencia afectados que existe una amenaza y los remitirá a las medidas de protección previamente determinadas que hemos elaborado para cada nivel de amenaza. El nuevo sistema fue oficialmente comunicado a los titulares de licencia, gobernadores, asesores para la seguridad del territorio nacional, administradores de organismos federales y otros funcionarios pertinentes. Tuvimos la oportunidad de utilizar este sistema el 10 de septiembre de 2002 cuando el Fiscal General anunció que el nivel de la amenaza había pasado a ser de categoría Naranja (alto nivel).

**Dispositivos de dispersión radiológica (DDR).** La Comisión participa activamente en las tareas de defensa ante la posibilidad de que los terroristas utilicen dispositivos de dispersión radiológica. Después de los ataques terroristas de septiembre de 2001, la CRN alertó a los titulares de licencia, suministradores y expedidores sobre la necesidad de aumentar la seguridad ante la amenaza de hurto de materiales radiactivos.

La CRN está efectuando una amplia evaluación de los controles utilizados para proteger los materiales radiactivos que constituyen el mayor peligro para la salud y la seguridad del público. Por ejemplo, estamos evaluando enfoques para el control "desde sus orígenes hasta su destino final" de las fuentes radiactivas que podrían utilizarse en un dispositivo de dispersión radiológica y estamos reexaminan-

do la concesión de licencias de importación y exportación de esos isótopos. Asimismo, estamos colaborando con la Oficina para la seguridad del territorio nacional y otros organismos con objeto de asegurar que el gobierno federal esté preparado para responder a un suceso en el que se use un dispositivo de dispersión radiológica.

**Cuestiones relacionadas con la seguridad y las salvaguardias.** En abril, creamos la Oficina de seguridad nuclear y respuesta en caso de incidentes (NSIR) con el propósito de mejorar las comunicaciones y la coordinación dentro y fuera de la CRN en materia de seguridad y salvaguardias. Esta oficina es la encargada de elaborar políticas generales de salvaguardias y de seguridad, y es el punto de contacto central con la Oficina de seguridad del territorio nacional. Entre sus dependencias se cuenta nuestra organización de respuesta en caso de incidentes; establece coordinación con los organismos federales encargados de hacer cumplir la ley y de adoptar medidas de respuesta; y dirige nuestras actividades de contraespionaje y de seguridad de la información y de las comunicaciones.

En resumen, la CRN adoptó durante el pasado año una amplia variedad de medidas en respuesta a los cambios que se han producido en nuestro medio.

**Mirada hacia el futuro.** No obstante, quedan problemas que nosotros y la nación deberemos resolver. Permítanme mencionar algunos:

□ En primer lugar, las capacidades defensivas que se esperarían de los explotadores de las centrales nucleares tienen límites. Por ejemplo, la defensa contra el ataque de una aeronave debe ser, por supuesto, responsabilidad de las autoridades gubernamentales, como debe serlo la defensa contra atacantes que tengan una importante capacidad militar. Por eso, las responsabilidades deben asignarse a la organización de seguridad del titular de licencia y al gobierno. La tarea de

establecer la línea divisoria entre las responsabilidades que competen al sector privado y las que el gobierno debe asumir ha resultado difícil para todos los tipos de infraestructura civil. La CRN, aislada de los demás sectores del gobierno, no puede elaborar una respuesta rápida.

En este sentido, permítaseme señalar que, dado el actual clima de amenaza, el gobierno enviaría gran cantidad de fuerzas de respuesta -locales, estatales y federales- para entablar combate con cualquiera que agrede una instalación nuclear y para prestar asistencia, sea cual fuere el alcance y el carácter del ataque. El verdadero problema no está en si las entidades gubernamentales prestarán asistencia, sino más bien en cuándo llegarán esos recursos y cómo se usarán para defender la instalación, lo que tiene repercusiones prácticas porque el marco de seguridad debe reflejar la capacidad que conjuntamente tengan el gobierno y el titular de la licencia.

□ En segundo lugar, es necesario que exista una estrategia nacional integrada destinada a proteger cualquier tipo de infraestructura crítica. La defensa de las instalaciones nucleares no debe verse como algo aislado, sino que debe formar parte de un plan general de defensa nacional. Ya se iniciaron las actividades para elaborar una estrategia de esa índole. En algunos aspectos, la industria nuclear es la pionera debido a las amplias capacidades de seguridad que había establecido antes del 11 de septiembre. Implantar y ejecutar una estrategia nacional integrada será una tarea importante del nuevo Departamento de Seguridad del Territorio Nacional.

□ En tercer lugar, al aplicar las medidas de seguridad respecto de los materiales radiactivos, debemos asegurar la coordinación con los Estados signatarios del Acuerdo y con los Estados que no lo son. Los Estados signatarios del Acuerdo son responsables de aproximadamente las tres cuartas

partes de las fuentes radiactivas de los Estados Unidos. De ahí que cualquier medida que la CRN pudiera adoptar para impedir que un terrorista utilice un dispositivo de dispersión radiactiva repercutirá en los titulares de licencia de los Estados signatarios. Al aumentar la seguridad de los materiales nucleares, debemos procurar que la CRN siga teniendo la máxima responsabilidad en cuanto a la protección de la defensa y la seguridad comunes, al tiempo que se mantiene la integridad de los programas de los Estados signatarios del Acuerdo. Además, los Estados deben dedicarse por completo a garantizar la seguridad de las fuentes peligrosas no amparadas por licencia y a establecer zonas de almacenamiento o de disposición final de los materiales.

■ En cuarto lugar, se tropiezan con difíciles problemas para mantener el apropiado acceso del público a la información. La CRN se ha esforzado por asegurar la confianza del público, al ser uno de los organismos más abiertos del gobierno de los Estados Unidos; reconocemos la realidad de que se contribuye a alimentar sospechas si el público interesado no tiene pleno acceso a nuestras actividades. Ahora bien, existe determinada información que no debe divulgarse porque podría ayudar a los terroristas. Por tanto, estamos ante el dilema de tratar de equilibrar el derecho del público a estar informado y la necesidad de mantener la confidencialidad en algunas esferas.

■ En quinto lugar, debemos enfrentar la realidad de que la preocupación por las cuestiones nucleares surge del pertinaz temor del público a las devastadoras consecuencias que necesariamente tendría un ataque contra una central nuclear o la detonación de un dispositivo de dispersión radiológica. No cabe duda de que esos temores son muy exagerados. No obstante, el análisis de los sucesos nucleares según el contexto ha resultado ser extraordinaria-

mente difícil debido a las inveteradas actitudes del público. Ello puede traer lamentablemente como consecuencia: que se preste demasiada poca atención a la defensa de otros tipos de infraestructura donde las consecuencias de un logrado ataque terrorista podrían ser mucho mayores.

■ Por último, aunque la seguridad debe ser una preocupación permanente, no podemos permitir que suplante o disminuya la obligación de proteger la salud y la seguridad del público contra accidentes. Esto ha sido un reto específico en los Estados Unidos porque, por razones completamente ajenas a la seguridad, atravesamos un período de drásticos cambios. Nuestros titulares de licencias de centrales nucleares continúan tratando de prorrogar sus licencias de explotación más allá del plazo inicial de 40 años y de aumentar la potencia de sus instalaciones. Se mantiene el interés en la posibilidad de efectuar nuevas construcciones. Además, tras decenios de estudios técnicos y debates políticos, nos vemos en la necesidad de adoptar decisiones relacionadas con el establecimiento de una posible instalación nacional de disposición final para el combustible gastado y los desechos de actividad alta. Debido a los sucesos del 11 de septiembre ha surgido otra importante tarea en un momento de intensa actividad en la esfera nuclear.

En conclusión, permítanme señalar una vez más que nuestras instalaciones nucleares son las instalaciones civiles más sólidas y mejor protegidas de nuestro país. Sin embargo, reconocemos la necesidad de aumentar esa protección. La CRN se dedica a cumplir la obligación de proteger la salud y la seguridad del público, así como la defensa y seguridad comunes frente a las amenazas de todo tipo. Logramos mucho durante el pasado año, pero tenemos que hacer más y en ese camino andamos. □

## PLAN DE ACCIÓN DEL OIEA SOBRE SEGURIDAD NUCLEAR

Establecido unos meses después de los ataques terroristas de septiembre de 2001 en los Estados Unidos, el Plan de Acción del OIEA sobre Seguridad Nuclear se ejecuta ahora en muchos frentes en todo el mundo.

Esta labor incluye ayudar a los países a aumentar los niveles de seguridad en esferas clave. Por ejemplo, los exámenes por homólogos que realizan expertos internacionales ayudan a los países a evaluar y fortalecer la protección física de los materiales nucleares. Mediante talleres y cursos de capacitación también se ayuda a los gobiernos a evaluar las amenazas a que están expuestas sus instalaciones nucleares, elevar sus normas de seguridad, mejorar los controles de los materiales nucleares y radiactivos, aumentar la vigilancia en sus fronteras para evitar el tráfico ilícito y preparar planes de respuesta para situaciones de emergencia nuclear y radiológica.

El Plan de Acción se financia con cargo a contribuciones de los Estados Miembros del OIEA. Hasta diciembre de 2002, veintidós países y la Nuclear Threat Initiative, organización de los Estados Unidos, habían hecho promesas de contribuciones ascendentes a más de 12 millones de dólares.

Independientemente de lo anterior, gracias a una iniciativa conjunta en la que participan los Estados Unidos, Rusia y el OIEA, se celebrará, una conferencia internacional sobre la seguridad de los materiales radiactivos en Viena, Austria, en marzo de 2003. Uno de los temas se centrará en la reducción de las amenazas relacionadas con las "bombas sucias" o los dispositivos de dispersión radiológica. Para más información sobre el OIEA y su labor, consulte las páginas WorldAtom del Organismo en [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

# INSPECCIONES EN EL IRAQ EXAMEN DEL AÑO 2002

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying the IAEA website. The address bar shows the URL: <http://www.iaea.org/presscenter/pressfocus/iaeaIraq02/index.shtml>. The page features a navigation menu with links like 'ABOUT THE IAEA', 'PROGRAMMES', 'DOCUMENTS', and 'PRESS CENTRE'. A main banner reads 'IAEA and IRAQ' with a sub-header 'Inspectors in Iraq: THE NEXT STEPS' and a photo of two men. Below this, there are sections for 'LATEST BRIEFINGS', 'KEY DOCUMENTS', 'RESOURCES', and 'NEWS UPDATE ON IRAQ INSPECTIONS'. The news update section is dated 18 December 2002 and describes a multidisciplinary UNMOVIC team inspection at the Nasser Company for Mechanical Industries.

Tras cuatro años de ausencia, los inspectores de armas del OIEA y de las Naciones Unidas regresaron al Iraq para realizar inspecciones in situ según los términos de una nueva resolución aprobada el 8 de noviembre de 2002 por el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. En la resolución se exige que el Iraq "coopere inmediata, incondicional y activamente" con el OIEA, responsable del expediente nuclear, y la Comisión de las Naciones Unidas de Vigilancia, Verificación e Inspección (UNMOVIC), responsable de los expedientes relativos a la química, la biología y los misiles. En la resolución se declara además que: ■ El Iraq deberá proporcionar al OIEA y a la UNMOVIC "acceso inmediato, sin trabas, incondicional e irrestricto" a todos y cada uno de los sitios e instalaciones que deseen inspeccionar; así como "acceso inmediato, sin trabas, irrestricto y privado" a todos los funcionarios y otras personas que deseen entrevistar. ■ En el plazo de 30 días, el Iraq deberá proporcionar al OIEA, la UNMOVIC y el Consejo de Seguridad una "declaración que a esa fecha sea exacta, cabal y completa de todos los aspectos

de sus programas para el desarrollo de armas químicas, biológicas y nucleares, misiles balísticos y otros sistemas vectores". (El Iraq presentó posteriormente la declaración, que el OIEA recibió en su sede el 8 de diciembre de 2002.)

■ El OIEA y la UNMOVIC deberán informar inmediatamente al Consejo "de toda injerencia del Iraq en las actividades de inspección, así como de todo incumplimiento por el Iraq de sus obligaciones en materia de desarme". En ese caso, el Consejo se reunirá "inmediatamente...a fin de examinar la situación y la necesidad de que se cumplan plenamente todas sus resoluciones en la materia con objeto de asegurar la paz y la seguridad internacionales".

Las inspecciones se reanudaron el 27 de noviembre de 2002, y se prevé que la primera evaluación preliminar del OIEA y la UNMOVIC sea presentada al Consejo de Seguridad a finales de enero de 2003. Para acceder a las últimas informaciones y a la cronología íntegra correspondiente al año 2002, consulte las páginas sobre el Informe especial del Iraq en el sitio WorldAtom del Organismo en la Web en [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

# EL OIEA EN EL IRAQ

## ACTIVIDADES REALIZADAS Y CONCLUSIONES

POR GARY B. DILLON

**E**n el informe que presentó el Director General del OIEA ante el Consejo de Seguridad el 8 de octubre de 1997 (S/1997/779), se ofrece un resumen amplio de las actividades y las conclusiones del OIEA en relación con la investigación, la destrucción, la retirada y la neutralización de componentes significativos del programa de armas nucleares clandestinas del Iraq. En ese informe, el OIEA concluyó, entre otras cosas, que sus actividades, asignadas por mandato, se habían traducido en una imagen coherente del programa del Iraq; que no había indicios de que el Iraq hubiese logrado el objetivo de su programa de producir un arma nuclear; ni de que en ese país quedaran capacidades físicas para producir cantidades de material nuclear apto para la fabricación de armas de importancia práctica.

Quedó constancia de esas conclusiones, junto con el reconocimiento de que es inevitable cierto grado de incertidumbre en cualquier proceso nacional de verificación técnica, que tenga por objetivo confirmar la ausencia de componentes o actividades que pueden ocultarse con facilidad. En el momento de presentar el informe, el OIEA consideraba que las pocas incertidumbres que persistían no iban en detrimento de su capacidad para ejecutar de manera eficaz su plan dirigido a la vigilancia y verificación permanentes (OMV) del cumplimiento por el Iraq del compromiso de no adquirir ni desarrollar armas nucleares ni materiales nucleares aptos para la fabri-

cación de armas, ni actividades o instalaciones destinadas a esos fines. El OIEA también consideraba que estaba prevista, o podría cumplirse en el ámbito del plan del OMV, la investigación sobre las incertidumbres que persistían o acerca de cualquier otra cuestión que pudiera surgir. De octubre de 1997 a diciembre de 1998, no se presentó nada que pudiera cambiar esas opiniones.

**Actividades del Grupo de Acción del OIEA en el Iraq.** El 15 de mayo de 1991, comenzó en el Iraq la primera inspección del OIEA en cumplimiento del mandato asignado en virtud de la resolución 687 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Hasta octubre de 1997, el OIEA había concluido una serie de 30 campañas de inspección en el Iraq, que incluyeron unas 500 inspecciones de emplazamientos y utilizaron más de 5000 días-persona de recursos de inspección. Durante esas campañas, el OIEA supervisó la destrucción de más de 50 000 metros cuadrados de superficie de piso de fábricas de instalaciones del programa nuclear, unos 2000 componentes relacionados con armas nucleares y más de 600 toneladas métricas de aleaciones especiales. El OIEA también organizó y supervisó la retirada del Iraq de todos los materiales nucleares aptos para la fabrica-

ción de armas -principalmente combustible para reactores de investigación que emplean uranio muy enriquecido (UME)-, y contabilizó y puso bajo su control todos los demás materiales nucleares conocidos, a saber, unas 500 toneladas de uranio natural contenido en diversos compuestos químicos y cerca de 1,8 toneladas de dióxido de uranio poco enriquecido (2,6%). Además de esas actividades, en noviembre de 1992, el OIEA comenzó a introducir paulatinamente sus actividades de OMV y a mantener su presencia permanente en el Iraq mediante el establecimiento del Grupo de Vigilancia Nuclear del OIEA, en agosto de 1994.

Los resultados de las inspecciones y conversaciones llevadas a cabo con el personal de contraparte iraquí demostraron que en enero de 1991, por intermedio de su Comisión de Energía Atómica con sede en Tuwaitha y, posteriormente, mediante el Proyecto de Armas Nucleares (codificado como Petrochemical 3, o PC 3), el Iraq

■ había adquirido y producido en el país cantidades sustanciales de compuestos de uranio natural en Al Qaim y había construido y puesto en servicio plantas en Al Jesira para convertir esos compuestos con objeto de suministrar materiales destinados a los procesos de enriquecimiento a escala de producción;

---

*El Sr. Dillon fue Jefe del Grupo de Inspección del OIEA en el Iraq desde junio de 1997 hasta noviembre de 1999. Fue Jefe Adjunto (Operaciones) de enero de 1994 a junio de 1997 y, anteriormente, Jefe de Sección en el Departamento de Salvaguardias. El presente artículo apareció por primera vez en el informe "Iraq: a new approach", publicado por la Dotación Carnegie para la Paz Internacional, en Washington, D.C. El informe aparece en el sitio Web de la CEIP, en [www.ceip.org](http://www.ceip.org).*

■ había investigado varios procesos para el enriquecimiento del uranio, incluidos la difusión, la separación electromagnética de isótopos (EMIS) y la de centrifugación, así como el trabajo de laboratorio en la separación isotópica por rayos láser (LIS) y los procesos químicos y de separación por intercambio iónico;

■ había construido, y estaba en proceso de poner en servicio, una planta de 15 kg de UME/EMIS en Al Tarmiya y construía una planta similar en Al Sharqat;

■ había creado, con considerable asistencia foránea, y probado con éxito una centrífuga explotable de un solo cilindro y construía una instalación para producir máquinas centrífugas en Al Furat;

■ había producido más de una tonelada de metal de uranio natural y seguía desarrollando la purificación, la fundición y las tecnologías de maquinado;

■ equipaba y ponía en servicio una importante instalación en Al Atheer, para producir armas nucleares "alimentadas" con UME;

■ había ejecutado, conjuntamente con Al Atheer, un programa semiempírico en Al Qa Qaa para producir lentes para explosivos y en breve "lanzaría" el primer paquete de explosivos a escala real;

■ había emprendido, en el segundo semestre de 1990, un "programa intensivo" para extraer el material de UME del combustible de reactores de investigación para producir un solo tipo de arma nuclear;

■ había irradiado, en el reactor de investigación IRT-5000 de Tuwaitha, blancos de uranio natural producidos en el país, y habían separado algunos gramos de plutonio; y

■ había realizado tres experimentos in situ con armas radiológicas que contienen materiales radiactivos que se producen mediante la irradiación del dióxido

de circonio (de hecho, su impureza de hafnio) en el reactor de investigación IRT.

Aunque el Iraq había estado a las puertas del éxito en esferas como la producción de UME mediante el proceso de EMIS, la producción y el proceso en cascada a escala piloto de máquinas centrífugas de un solo cilindro\*, y la fabricación del paquete de explosivos para un arma nuclear, en diciembre de 1998, el OIEA estaba convencido de que no había indicios de que el Iraq hubiera:

■ producido un arma nuclear;

■ producido más de unos pocos gramos de material nuclear apto para la fabricación de armas (UME o plutonio separado) mediante sus procesos autóctonos;

■ adquirido de otra manera materiales para la fabricación de armas nucleares

■ conservado cualquier capacidad física para producir cantidades de material nuclear apto para la fabricación de armas de cualquier importancia práctica.

■ Además, todo el combustible salvaguardado de los reactores de investigación, incluido el combustible de UME que el Iraq había previsto desviar hacia su programa intensivo, había sido verificado y debidamente contabilizado por el OIEA y luego retirado del Iraq.

**Cooperación del Iraq.** La cooperación es muy difícil de medir. Es probable que a una autoridad de inspección se le ofrezca cooperación hasta que necesite la información o el acceso que la parte inspeccionada no desee proporcionarle. A menos que la autoridad requiera esa información o acceso, podrá llegar a la conclusión de que ha recibido una "cooperación plena" mal definida, aunque tal vez,

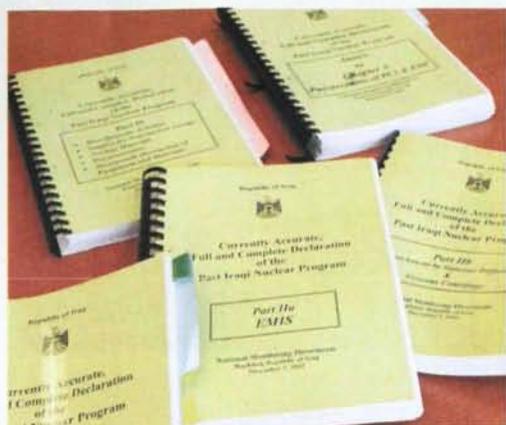
\* Se sobreestimaron ligeramente las capacidades del Iraq con respecto a la fabricación de máquinas, en particular su utilización en cascada.

desde su propia perspectiva, haya formulado todas las preguntas erróneas y visitado todos los lugares equivocados. También cabe reconocer que la forma en que la autoridad de inspección solicita información o acceso, puede influir en gran medida en la respuesta de la parte inspeccionada. La cooperación del Iraq con el OIEA ha sido variable: comenzó a un nivel bajo con la rotunda negación inicial del Iraq en cuanto a su programa nuclear clandestino, la cual disminuyó aún más con la negación del acceso a un emplazamiento militar donde se ocultaban componentes de EMIS, y tocó fondo en las dos ocasiones en que "se estancó" la inspección número seis (22 a 30 de septiembre de 1991).\*\*

A todas luces, es posible que las mejoras alcanzadas en la cooperación, que gradualmente siguieron a esos enfrentamientos, obedecieran a que el Iraq se percató de que no se podía continuar negando que su programa clandestino no estaba dirigido específicamente a la producción de armas nucleares. La cooperación del Iraq fue puesta a prueba en numerosas ocasiones con la introducción por el OIEA de las inspecciones "de emplazamientos pertinentes" que incluían visitas a lugares que no guardaban relación alguna con el programa nuclear del Iraq, pero que a juicio del OIEA tenían capacidades para apoyar actividades nucleares prohibidas. Además de algunas quejas de motivación política, el Iraq proporcionó la coope-

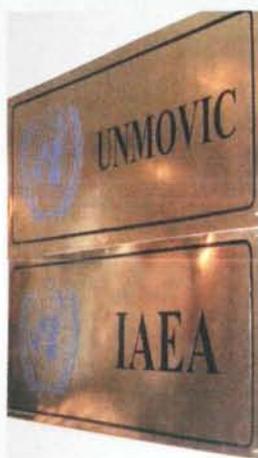
\*\* Después que el grupo del OIEA descubrió un escondite de documentos técnicos en el Centro de Al Niqabat, el grupo fue detenido durante cinco horas, tras lo cual la contraparte iraquí retiró, desinfectó y, posteriormente, devolvió los documentos. Al día siguiente, la contraparte iraquí impidió que el grupo del OIEA abandonara el complejo de Al Khyrat con un segundo escondite de documentos, hecho que ocasionó un estancamiento de la inspección durante 96 horas.

## NOTA FINAL POR GARRY DILLON



El presente resumen se publicó por primera vez en agosto de 2002 junto con documentos de similar envergadura, en los que se describían otros aspectos de los programas de armas de destrucción en masa del Iraq. Pese a su inclusión en un compendio en que se introduce el concepto de "inspecciones coercitivas", el autor aclaró a la editorial -la Dotación Carnegie para la Paz Internacional (CEIP)- que no apoyaba de ese concepto que, a su juicio, podría convertirse en un grave peligro para los inspectores en el terreno.

Desde entonces, el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas aprobó la resolución 1441, que no difiere en cuanto a alcance y objetivo de la que se menciona en el trabajo que presentó el autor en el taller de la CEIP sobre el Iraq; celebrado en julio de 1991, y los inspectores ya reanudaron sus actividades en ese país. La resolución 1441 tiene pocos elementos nuevos, pero es sumamente útil al poner de relieve los amplios derechos de las autoridades de inspección ya incluidos en sus respectivos planes de verificación y vigilancia permanentes, y ofrecer más detalles al respecto. El nuevo elemento es el derecho del cuerpo de inspectores a transportar nacionales iraquíes y a sus familiares fuera del Iraq a fin de realizar las entrevistas sin limitaciones. Al parecer, el cuerpo de inspectores ve este nuevo derecho con cierta circunspección, y con toda razón. La aplicación de dicha resolución está llena de dificultades. Por ejemplo, si el régimen iraquí es tal como lo reflejan los medios de comunicación, entonces cabe suponer que los familiares cercanos de los entrevistados principales ya han sido, al menos, identificados por el régimen, es decir, si ya no "gozan de la hospitalidad del Estado". Por otra parte, ¿se consideraría un acto de no cooperación la aparente negativa de los familiares, jóvenes y viejos, a acompañar al entrevista-



do? ¿Realmente la resolución 1441 otorga a los inspectores el derecho de extradición o ello significa que es probable que los entrevistados que están dispuestos a marcharse junto con sus familias y son liberados sin graves objeciones por parte del régimen iraquí, tengan poco que aportar a lo que actualmente se sabe?

Pese a la reserva expuesta, la resolución 1441 constituye una base firme para que los inspectores realicen su trabajo y, por consiguiente, logren suministrar al Consejo de Seguridad resultados sustanciales a partir de los cuales el Consejo pueda determinar si el Iraq cumple sus obligaciones en materia de desarme. Como sabrá el lector informado, esos resultados no se obtendrán de la noche a la mañana, ni siquiera en un período de sesenta días, pero con la activa cooperación del Iraq podrían elevarse a un nivel de credibilidad importante en el plazo de un año.

Un desenlace satisfactorio para el Iraq sigue estando, como siempre, en manos del régimen de ese país.

*Foto: Arriba a la izquierda, declaración iraquí; arriba a la derecha, cuartel general del OIEA UNMOVIC en Bagdad; abajo a la derecha, letrero situado en el exterior de las oficinas de los inspectores en Bagdad. (Cortesía: Mark Gwozdecky/OIEA)*

ración necesaria para facilitar esas inspecciones, que para diciembre de 1998, habían incluido más de 60 emplazamientos. Es justo resumir que la cooperación del Iraq fue, en esencia, aceptable desde fines de 1991 hasta que volvieron a surgir dificultades en agosto de 1998 con la negativa del Iraq a cooperar con la UNSCOM y, a la larga, con el OIEA. Es también justo decir que el Iraq perdió la motivación para cooperar con la declaración de que, independientemente del cumplimiento por parte del Iraq, no se procedería a levantar el embargo ni las sanciones mientras el presidente Saddam Hussein permaneciera en el poder. Por suerte, como se consideraría en algunos círculos, se podía contar con la posibilidad de que el Iraq cometiera otro error garrafal en la esfera de las relaciones públicas y se convirtiera en el "malo de la película."

**Recursos financieros y humanos.** Como la mayoría de esas empresas, las actividades de la UNSCOM y del OIEA en el Iraq recibieron un apoyo moral excesivo y, después que se agotaron los "activos congelados" del Iraq, recursos financieros verdaderamente insuficientes. El Grupo de Acción para el Iraq del OIEA se limitó a un presupuesto de no más de tres millones de dólares anuales, además de los servicios logísticos prestados por intermedio de la UNSCOM. Para concluir sus actividades asignadas por mandato, el Grupo de Acción se valió de los recursos de inspección del Departamento de Salvaguardias del OIEA -por lo cual el departamento no recibió compensación alguna-, así como de los recursos humanos gratuitos procedentes de los Estados Miembros del OIEA. Para el futuro, los costos de la ejecución total del plan de OMV del OIEA en 1998 se calcularon en el orden de los 10 a 12 millones de dólares anuales, además de los servicios logísticos que se prestarían por conducto de la Comisión de Vigilancia,



Verificación e Inspección de las Naciones Unidas (UNMOVIC), y se estimó que se requerirían unos 20 años-persona de recursos humanos. En cifras anuales, se determinó que la tarea incluiría, entre otros, 500 inspecciones de emplazamientos, 100 entrevistas a personal clave, 100 inspecciones en emplazamientos pertinentes y 200 estudios de radiaciones terrestres, que se concluirán mediante estudios de radiaciones con aviones de ala fija y rotatoria, simultáneamente con un plan de vigilancia de toda la región, que incluye la vegetación, el medio acuático, la deposición y el muestreo y el análisis de aerosoles.

Sería relativamente fácil justificar dos veces el esfuerzo, pero dista mucho de estar claro que ello proporcione dos veces la garantía. En términos comparativos, el plan de OMV de la ONU se traduce en unos 2000 días-persona de inspección cada año; sin embargo, en 1998, el Departamento de Salvaguardias del OIEA dedicó a las actividades de inspección un total de 10 500 días-persona. En otra comparación pertinente, aunque tal vez excesivamente simplificada, se da por sentado que el producto real del Departamento de Salvaguardias del OIEA son los días-persona de inspección, a partir de lo cual la aritmética elemental daría como resultado un costo unitario de 10 000 dólares. Al calcular el promedio de 10 días-persona de

inspección anuales transcurridos en el Iraq de 1980 a 1990, el resultado es una "inversión" total, indudablemente sobrevalorada, de 1 000 000 de dólares en el decenio. Durante ese mismo período, de acuerdo con los distintos cálculos, los gastos del Iraq alcanzaron la cifra de 5 millardos. Una cifra como esa no refleja, en lo absoluto, la realidad.

**Conclusión.** Las autoridades de inspección técnica con una amplia dotación de personal competente, fondos suficientes y un firme apoyo político para ejercer su mandato, pueden proporcionar un nivel satisfactorio de garantía de cumplimiento.

Esa conclusión presupone que el "que cumpla" puede reconocer algún beneficio de su proceder. En un contexto de cesación del fuego, aplicar el enfoque de "la zanahoria y la varilla" a la motivación parece ser del todo pertinente. Empero, la zanahoria debe representar un beneficio tangible, no solo el hecho de retener la varilla. De hecho, durante 1998, el Iraq afirmó en reiteradas ocasiones que "al final, no había solución posible para sus problemas."

*En el decenio de 1990, inspectores del OIEA examinan una máquina de separación electromagnética de isótopos (EMIS) en el Iraq. La EMIS se utiliza para producir uranio muy enriquecido a partir del uranio natural. (Cortés: Grupo de Acción de 1991-1998/OIEA)*

# INSTRUMENTOS CLAVE PARA LAS INSPECCIONES NUCLEARES

## LOS AVANCES EN EL MUESTREO AMBIENTAL FORTALECEN LAS SALVAGUARDIAS

POR DAVID L. DONOHUE

**P**ara la comunidad internacional, el verano de 1991 constituyó un momento decisivo en materia de descubrimientos científicos, que creó las condiciones necesarias para fortalecer más las salvaguardias nucleares. El OIEA, las Naciones Unidas y los inspectores registraban minuciosamente los escombros de las instalaciones nucleares del Iraq a fin de hallar pruebas de la existencia de un programa secreto para producir bombas atómicas, algo que expresamente se prohíbe en el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP), ratificado por el Iraq. Lo que los inspectores encontraron ese verano fueron diminutos vestigios de elementos radiactivos, como uranio y plutonio, que los ayudaron a reconstruir los detalles del programa, su envergadura, cronograma y probable finalidad.

Así se abrió un nuevo capítulo en el desarrollo de las salvaguardias nucleares internacionales. En 1995, los Estados adoptaron medidas para aplicar un sistema de salvaguardias fortalecido, que autoriza y prepara a los inspectores para garantizar que no se pase por alto ninguna actividad nuclear no declarada.

La técnica que sustenta esta capacidad incrementada, "muestreo ambiental para salvaguardias" (ESS o MAS), se basa en mediciones analíticas muy sensibles y selectivas que permiten detectar vestigios de materiales nucleares acumulados en el "medio ambiente" de una conocida o presunta instalación nuclear. Su aplicación demuestra la importancia de disponer de una serie de técnicas analíticas y de medición

avanzadas para abordar un importante problema mundial.

Los inspectores del OIEA utilizaron algunos métodos durante las inspecciones realizadas en el Iraq a principios del decenio de 1990. Desde entonces, el OIEA ha trabajado intensamente, en colaboración con expertos nacionales e internacionales, para implantar y realizar el muestreo ambiental para salvaguardias en todos los países con acuerdos de salvaguardias amplias (tipo TNP). Los inspectores que integran el Grupo de Acción del OIEA para el Iraq, que reanudó las inspecciones in situ a finales de noviembre de 2002 en virtud de un mandato reforzado del Consejo de Seguridad, también aplicarán los instrumentos destinados al muestreo ambiental para salvaguardias. (Véase el recuadro de la página 18.)

Para adquirir la capacidad, hubo que realizar varias tareas paralelamente: desarrollar y validar métodos de muestreo, proporcionar materiales limpios y certificados para el muestreo, crear una instalación aséptica de Categoría 100 para manipular las muestras sin correr el riesgo de contaminación cruzada, coordinar una red de laboratorios analíticos (RLA) con capacidades de medición muy especializadas y aplicar un sistema de garantía de calidad de estanco al aire con objeto de eliminar cualquier duda sobre la credibilidad de los resultados.

En la actualidad, los inspectores del OIEA toman varios cientos de muestras ambientales cada año en instalaciones diseminadas por todo el mundo. Los laboratorios del OIEA y su RLA realizan miles de mediciones de esas muestras. Los resultados se comparan con las declaraciones de las instalaciones inspeccionadas, utilizando códigos de computadora ultramodernos y métodos estadísticos para detectar discrepancias importantes.

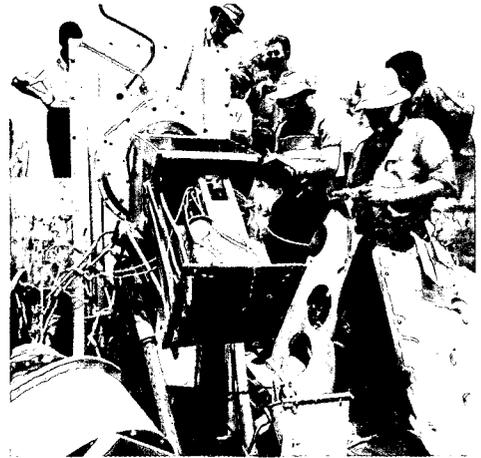
Aunque en esas muestras se utilizan métodos analíticos avanzados desde el punto de vista de la sensibilidad y selectividad de los elementos o isótopos de interés, constantemente se están creando métodos más novedosos y más eficaces. Una cantidad de información realmente sorprendente puede obtenerse a partir de una pequeña cantidad de material recolectado, por ejemplo, en una muestra que los inspectores frotan sobre la superficie de un pedazo de tela de algodón de 10 x 10 cm. Los resultados que pueden lograrse demuestran la idoneidad de estos métodos.

**Instrumentos clave destinados al muestreo ambiental para salvaguardias.** La capacidad del OIEA para ese tipo de muestreo reside en el Laboratorio Aséptico de Salvaguardias, que forma parte del Laboratorio Analítico de Salvaguardias (LAS) cercano a Viena, Austria. Los laboratorios emplean las siguientes técnicas analíticas para selec-

*El Sr. Donohue es jefe del Laboratorio Aséptico de Salvaguardias del OIEA, sección del Laboratorio Analítico de Salvaguardias (LAS) del Organismo en Seibersdorf, Austria. El presente artículo actualiza el contenido de un trabajo publicado en la revista, Analytical Chemistry, Vol. 74, No. 1 (enero de 2002, preparado con colaboraciones de colegas del LAS, el Laboratorio Aséptico y el Departamento de Salvaguardias.*

## 1991, VERANO DE DESCUBRIMIENTOS

Hace más de 10 años, los inspectores del OIEA descubrieron en el Iraq un programa de armas nucleares clandestino. Este descubrimiento pudo hacerse gracias a las tecnologías y las capacidades del Organismo para analizar muestras de materiales nucleares y radiactivos, en particular las técnicas de vigilancia ambiental. Los inspectores tomaron muestras de los materiales dentro de las instalaciones y en sus alrededores, y recogieron muestras por frotis del polvo acumulado en las superficies del equipo. ⑤ Para su sorpresa, los analistas descubrieron pruebas de enriquecimiento de uranio, en concreto uranio isotópicamente modificado que no coincidía con ninguno de los materiales conocidos que se habían declarado. También descubrieron uranio sumamente agotado que sólo pudo haberse producido mediante la técnica de separación electromagnética, método que ya se sabe que no se utiliza en ninguna parte del mundo. Ulteriores inspecciones y análisis hicieron que el Iraq revelara su programa de enriquecimiento. ⑤ Los análisis de otras muestras también revelaron la irradiación no declarada de uranio para producir cantidades muy pequeñas de plutonio. Además, se descubrió uranio procedente de tres masas de mineral diferentes, e incluso la producción autóctona como subproducto procedente de una planta de fosfato iraquí. ⑤ Las técnicas de vigilancia ambiental se utilizaron desde 1991 hasta 1998 para verificar la exactitud de las declaraciones definitivas del Iraq sobre su programa nuclear. En 1998, cuando se interrumpieron las inspecciones, el Organismo pudo graficar el programa iraquí y neutralizarlo.



La experiencia con el Iraq llevó a fortalecer el sistema de salvaguardias del OIEA y a ampliar el uso del muestreo y el análisis ambiental. Las técnicas se introdujeron en 1996 como medida de inspección que puede aplicarse en virtud de los acuerdos de salvaguardias amplias y, de manera más general, en el marco de los protocolos adicionales de esos acuerdos, que permiten a los inspectores del Organismo verificar tanto los materiales y las actividades nucleares declarados como los no declarados.

Para una reseña más completa, véase el Vol. 34 No. 1 (1992) del Boletín del OIEA, donde figura el artículo "Entre bastidores: Análisis científico de muestras tomadas en las inspecciones nucleares realizadas en el Iraq", por David Donohue y R. Zeisler. Véase también "Tecnologías para la detección de emisiones", capítulo 3 de un informe de 1995 sobre las salvaguardias nucleares preparado por la antigua Oficina de los Estados Unidos para la evaluación de tecnologías.

cionar y medir las muestras ambientales:

⑤ *La espectrometría gamma de alta resolución (HRGRS)* se emplea para la selección radiométrica inicial de las muestras cuando se reciben por primera vez en Seibersdorf. Esta selección puede realizarse sin extraer las muestras de sus bolsas o botellas, por lo que así se reducen todavía más las posibilidades de la contaminación cruzada.

⑤ *La espectrometría por fluorescencia de rayos X excitada por radionúclidos o tubo de rayos X* puede detectar cantidades inferiores a un microgramo de uranio en muestras ambientales. Esta información se utiliza para decidir la manipulación segura de

las muestras en un laboratorio aséptico y escoger los métodos detallados de análisis que se aplicarán posteriormente.

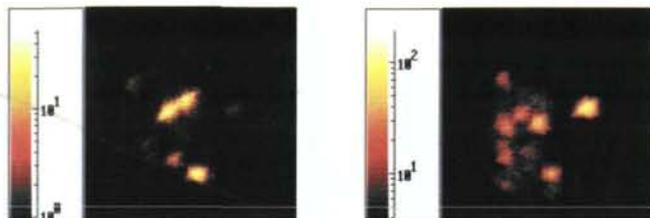
⑤ *La microscopía de barrido electrónico con espectrometría de electrones excitados por fluorescencia de rayos X (SEM/XRF)* permite medir la composición elemental de partículas del tamaño de un micrómetro extraídas de las muestras ambientales. Interesan, en particular, las razones uranio/plutonio y americio/plutonio en las muestras tomadas dentro de las cajas de guantes o las celdas calientes.

⑤ *La espectrometría de masa por ionización térmica (TIMS)* empleando la detección mediante conteo de iones se utiliza para medir las cantidades inferiores a un nanogramo

de uranio o plutonio después de la disolución de las muestras (el llamado "análisis volumétrico"). Este análisis permite obtener la composición media de la muestra, independientemente de la forma física de los elementos presentes, y complementa la información obtenida mediante los métodos de "análisis de partículas" como el SEM/XRF.

⑤ *La espectrometría de masa de iones secundarios (SIMS)* se utiliza para medir la composición isotópica de partículas del tamaño de un micrómetro. Los isótopos de uranio 235 y uranio 238 son los que revisten mayor interés porque revelan el enriquecimiento del uranio, e indican si hay intención de usarlo en combustible para reactores o en

## Análisis de partículas de isótopos de uranio



*Imágenes de iones de uranio 235 y uranio 238 obtenidas por analistas del OIEA empleando la espectrometría de masa de iones secundarios. En las imágenes pueden verse iones de un área de 150 micrómetros de diámetro. Cada punto luminoso es una sola partícula y el enriquecimiento de todas las partículas detectado puede calcularse fácilmente comparando matemáticamente las dos imágenes. (Cortesía: OIEA)*

explosivos nucleares. (Véase la figura de la página siguiente.)

**Vasta experiencia.** El OIEA ha ganado experiencia en la toma de la mayoría de los tipos de muestras ambientales: suelo, sedimento, agua, vegetación y biota. Sin embargo, estos tipos de muestras se suelen tomar a cierta distancia de una instalación conocida o presunta, y los efectos de la dilución pueden ser grandes.

Como los inspectores del OIEA tienen acceso a los edificios situados en un emplazamiento nuclear, se decidió concentrar los esfuerzos en tomar y analizar muestras de la superficie tomadas por frotis. Las muestras por frotis presentan varias ventajas: son pequeñas y compactas (en comparación con una muestra de 1 kg de suelo o 1 litro de agua); facilitan la toma de submuestras múltiples que se replican en cada lugar; para realizar el frotis puede seleccionarse un medio con bajo fondo de los elementos de interés; y se adaptan bien al muestreo de partículas de polvo procedentes de superficies horizontales y del equipo que se encuentra dentro de los edificios.

Se han creado dos tipos de juegos de muestreo por frotis. Cada

uno contiene todo lo que un inspector capacitado necesita para tomar muestras por frotis idénticas en un lugar: guantes, bolsas, botellas, hojas de datos (con instrucciones para el muestreo en su reverso), pluma y otros enseres. El Laboratorio Aséptico produce estos juegos en una zona aséptica de Categoría 100 en las que se adoptan suficientes medidas de garantía de la calidad para probar que los frotis no estén contaminados con elementos de actínidos o radionucleidos antes de usarlos. Tanto los juegos que no se hayan utilizado como las muestras definitivas se mantienen bajo el control del inspector en todo momento para evitar la contaminación cruzada involuntaria o su manipulación.

Aunque el LAS y el Laboratorio Aséptico están bien dotados de equipo para realizar un análisis detallado de las muestras ambientales, fue necesario crear una red de laboratorios en los Estados Miembros del Organismo, que pudiera satisfacer tres necesidades básicas: aplicar métodos analíticos que el OIEA no puede implantar (como el análisis de la traza de fisión o la espectrometría de masa con acelerador), disponer

de una capacidad de apoyo para los laboratorios del OIEA que permita procesar las muestras cuando éstas alcancen niveles máximos y proporcionar mediciones paralelas de submuestras idénticas para aumentar la confianza en la exactitud de los resultados.

El Laboratorio Aséptico también produce muestras de control de calidad en blanco y "añadidas" que se envían "ciegas" junto con las muestras tomadas durante la inspección para realizar una doble comprobación de los resultados negativos falsos o positivos falsos. Por último, el LAS y el Laboratorio Aséptico han demostrado tener un serio compromiso con la calidad, logrando la certificación con arreglo a la norma de garantía de calidad 9002/1994 de la ISO.

**Ejemplos de análisis.** La vigilancia ambiental trata de elementos e isótopos que llevan una sola "firma" de procesos antropógenos (hechos por el hombre) como por ejemplo, el enriquecimiento de isótopos o la irradiación neutrónica. De manera similar a como se estudian las pruebas de un homicidio en un laboratorio forense, los analistas buscan patrones que indiquen inequívocamente un escenario específico: ¿cuáles fueron los materiales iniciales, mediante cuál proceso se transformaron y cuándo eso sucedió?

Cuando los resultados coinciden con las declaraciones de la instalación, estos proporcionan garantía adicional de que no ha habido uso indebido. Cuando se encuentra una posible discrepancia, se adoptan medidas para confirmarla, por ejemplo, volviendo a verificar los resultados obtenidos por el laboratorio que presenta la información, analizando las muestras de archivo o tomando nuevas muestras. El especialista que evalúe los datos debe estar bien informado de las limitaciones de los métodos de análisis y andar constantemente a la caza de datos engañosos ocasionados por contaminación, interferencias o errores.

## INSTRUMENTOS AVANZADOS APOYAN A LOS INSPECTORES EN EL IRAQ

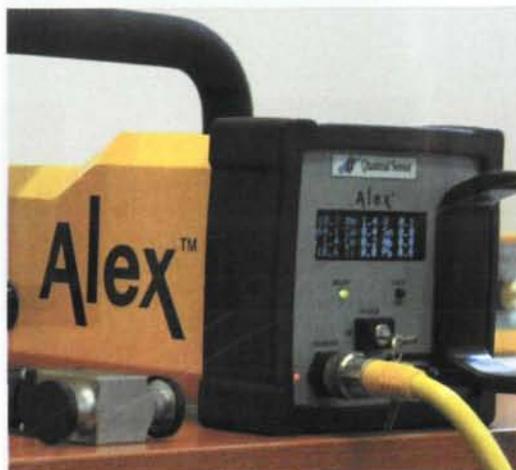
Los inspectores nucleares del OIEA disponen de diversos instrumentos de alta tecnología para realizar las inspecciones de armas en el Iraq, reanudadas en noviembre de 2002 después de cuatro años de ausencia. Desde 1998, se han introducido importantes mejoras en esta tecnología.

Entre sus principales tareas, los inspectores del Organismo tendrán que instituir un sistema de detección, semejante a una red, en el Iraq, país aproximadamente del tamaño de Francia. El objetivo de su red es no dejar que por ella se escapen pruebas importantes. Este enfoque se conoce como búsqueda amplia de zona. En una red dada, se seleccionarán las zonas objetivo con miras a la labor de inspección y de determinación de los hechos más directas.

En la medida en que reúnan pruebas, los inspectores utilizarán una amplia variedad de tecnologías; como instrumentos de medición y detectores de radiactividad manuales. Se utilizan algunos instrumentos pequeños para buscar materiales nucleares y radiactivos que se sabe que están vinculados a la fabricación de armas. Otros instrumentos, conocidos como analizadores multicanales, pueden detectar elementos radiactivos específicos en las muestras que los inspectores recogen para someterlas un análisis más exhaustivo en los laboratorios.

El análisis de las muestras puede determinar las "huellas nucleares" y revelar indicios de actividades anteriores y actuales en lugares donde se manipulan materiales nucleares, sobre todo los vinculados a la conversión, fabricación y enriquecimiento de uranio. Ahora bien, para la determinación de esos casos se requiere pericia y el equipo apropiado, ya que las huellas de los diferentes isótopos se pueden, por ejemplo, superponer y un componente abundante de un elemento puede ocultar uno raro.

Puede ser difícil sacar conclusiones y muchas veces es necesario aplicar múltiples enfoques analíticos dimensionales. El OIEA posee sus propios expertos e instalaciones, gracias a su Laboratorio Analítico de Salvaguardias en Austria, con experiencia en la medición y el análisis de muestras, y cuenta en particular con centenares de muestras de las inspecciones realizadas en el Iraq en el decenio de 1990. Desde entonces, existe un "Laboratorio Aséptico" que funciona a plena capacidad y que está equipado con instrumentos muy sensibles, incluidos microscopios electrónicos y espectrómetros de masa. Los expertos pueden medir con precisión incluso diminutas partículas de un nanogramo (mil millonésima parte de un gramo) y detectar vestigios de materiales nucleares tomados en el entorno de instalaciones nucleares conocidas o presuntas.



**Analizadores multicanales.** Esos instrumentos estándares y portátiles de que disponen los inspectores del OIEA registran la energía emitida por una fuente radiactiva. Esos analizadores utilizan soportes lógicos (software) que leen el espectro de energía de salida, la comparan con patrones internos y visualizan el resultado. El analizador portátil está destinado para detectar la radiación gamma de los radioisótopos y la presencia de neutrones para aumentar la detección de plutonio, que se produce en un reactor mediante la irradiación de uranio 238. A diferencia de los detectores de radiaciones típicos, el dispositivo puede utilizarse para buscar y localizar una fuente de radiación desconocida, determinar la tasa de dosis relativa y detectar los isótopos de la fuente. Los resultados se visualizan en una pantalla digital. Por ejemplo, los isótopos de uranio y plutonio son un buen indicio de si se ha reprocesado el combustible nuclear. Otro tipo, el espectrómetro gamma portátil, está específicamente diseñado para medir el uranio y determinar si ha sido enriquecido. Puede realizar mediciones precisas y rápidas de verificación de presencia de uranio en laboratorios, instalaciones u otros entornos industriales. La razón de ciertos isótopos puede arrojar información valiosa como por ejemplo, el tipo de enriquecimiento utilizado.

**Detectores de aleaciones.** Ante un depósito lleno de objetos metálicos, los inspectores han utilizado otro dispositivo portátil, conocido como ALEX, forma abreviada del nombre de la marca en inglés "alloy expert" (experto en aleaciones). En las actividades nucleares se emplean aceros exóticos y elementos poco usuales como el circonio. ALEX permite la rápida detección en el terreno y ofrece la oportunidad

*Foto: Los inspectores nucleares en el Iraq utilizan diversos tipos de instrumentos. (Cortesía: Calma/OIEA)*

de intensificar las inspecciones cuando se descubre algo importante. Por ejemplo, el UF6 (hexafluoruro de uranio) es un material altamente corrosivo utilizado en el enriquecimiento del uranio. ALEX identificaría rápidamente las aleaciones especiales requeridas en su aparato de producción. Técnicamente, el dispositivo es un espectrómetro de fluorescencia X. El dispositivo genera rayos X que penetran en el material que se inspecciona. ALEX compara el patrón de respuesta de los elementos de la aleación con los rayos x con la información contenida en la biblioteca de su software, y visualiza los resultados.

**Instrumentos de vigilancia ambiental.** La vigilancia del agua, el aire y la vegetación será otro aspecto de la red de búsqueda sobre el Iraq. Es probable que un programa de desarrollo de armas nucleares, por mucho que se trate de ocultarlo, deje sus huellas en la naturaleza. En todo el Iraq se llevará a cabo la vigilancia de las aguas utilizando un sistema que extrae el agua sin depurar a través de un filtro durante una hora, lo que equivaldría a analizar un gran volumen de agua. El análisis de laboratorio del filtro permite encontrar los vestigios más diminutos de materiales en el agua con absoluta precisión. Se pueden establecer estaciones de muestreo del aire en diversos puntos en todo el Iraq y analizar las muestras de vegetación para buscar tritio, que es un isótopo de hidrógeno. Por ejemplo, encontrar tritio en las vías fluviales o en el aire es una señal convincente de operaciones de reactores.

**Sistemas de vigilancia de vídeo digital.** Para la vigilancia y el control en las instalaciones se utilizan sistemas digitales de vídeo y a prueba de interferencias. Esos sistemas podrían incluir fábricas en las que podrían realizarse actividades de doble propósito, por ejemplo, el uso potencial de máquinas herramientas para fabricar componentes de un programa nuclear. Los datos se incorporan en un eficaz sistema de computadoras que los inspectores utilizan para examinar y analizar imágenes y datos conexos.

**Imágenes de satélites.** Para los fines de vigilancia, las imágenes obtenidas por satélites comerciales pueden ayudar a los inspectores localizar las actividades. Una nueva generación de dispositivos del sistema mundial de determinación de posición hará que resulte más fácil para los inspectores realizar la labor de vigilancia en todo el país.

**Base de datos sobre inspecciones.** Junto al conjunto completo de equipo de detección de radiación y de vigilancia, una herramienta clave que los inspectores utilizan es la base de datos confidenciales del Grupo de Acción, que contiene información general y excepcionalmente exhaustiva obtenida de anteriores inspecciones, declaraciones del Iraq, revelaciones hechas por desertores, información secreta y otras múltiples fuentes acerca de las actividades nu-



cleares conexas del Iraq. Por ejemplo, los inspectores pueden descubrir si un dispositivo se ha trasladado de un lado a otro de una habitación, y averiguar por qué.

**Muchas claves para el éxito.** La diversidad de herramientas proporciona un conjunto eficaz y complementario de recursos para que los inspectores aumenten sus amplios conocimientos y experiencia.

Ahora bien, en última instancia, las inspecciones en el Iraq dependen de factores que escapan a la experiencia y al conjunto de herramientas de los inspectores. Como ha destacado el Director General del OIEA, Dr. Mohamed Elbaradei, el éxito dependerá de cinco requisitos interrelacionados: 1) el acceso inmediato e irrestricto a todos los lugares y emplazamientos en el Iraq y el uso pleno de las facultades conferidas por el Consejo de Seguridad a las organizaciones de inspección; 2) el acceso oportuno a todas las fuentes de información, en particular a toda la información de que dispongan los Estados; 3) el apoyo unificado y pleno por parte del Consejo de Seguridad durante todo el proceso de inspección; 4) la preservación de la integridad e imparcialidad del proceso de inspección, libre de interferencia externa; y 5) la cooperación activa del Iraq, con la demostración permanente de su disposición expresa de ser transparente y ayudar a las organizaciones de inspección a cumplir plenamente sus misiones.

*El presente informe se publicó por primera vez en las páginas WorldAtom del OIEA, en [www.iaea.org](http://www.iaea.org). Para actualizarse sobre las inspecciones del OIEA en el Iraq y otros temas, sírvase visitar el sitio.*

*Foto: Las imágenes de los satélites comerciales y los sistemas de vigilancia digital se analizan como parte de las actividades de los inspectores del OIEA en el Iraq. (Cortesía: Calma/OIEA)*

### ⑤ *Productos de la fisión y la activación.*

Las muestras por frotis pueden tomarse dentro de las celdas calientes donde años antes se haya manipulado el combustible gastado del reactor. Cabría esperar que las razones de los productos de la fisión y la activación medidas por los HRGRS muestren los efectos de la desintegración radiactiva durante este tiempo. Interesan los radionucleidos, como el cerio 144 y el europio 154, que tienen períodos de semidesintegración que oscilan entre menos de un año y casi nueve años. Los frotis se miden tal como se reciben durante un período de hasta 24 horas y los resultados de cada isótopo se expresan como una proporción de actividad comparada con el cesio 137.

⑤ **Partículas que contienen plutonio.** A fin de preparar las muestras para el examen de partículas con el microscopio electrónico de barrido, hay que tocar la superficie del frotis con un disco adhesivo de carbono. Las partículas se extraen de la superficie del frotis y el adhesivo conductor de electricidad las mantiene en su lugar. Después de colocar el residuo en el microscopio electrónico, se inicia un procedimiento normal de búsqueda automatizada de las partículas que muestran una fuerte señal de electrones retrodispersados, asociadas a la presencia de elementos pesados.

Cada partícula así identificada se mide mediante espectrometría por fluorescencia X basada en la dispersión de la energía (FX-DE) y los resultados se almacenan para que el analista los inspeccione posteriormente. Una sesión de medición automática suele durar entre cuatro y seis horas y abarca varios milímetros cuadrados de la superficie de la muestra. Después de clasificar y examinar los datos obtenidos mediante la espectrometría FX-DE, el analista selecciona varias partículas interesantes con la finalidad de realizar mediciones más detalladas, usando un espectrómetro de rayos X

de dispersión de la longitud de onda (WDX). Esto se hace para realizar mediciones precisas de la relación de elementos actínidos en cada partícula, como uranio/plutonio o americio/plutonio. La concentración relativa de esos elementos en ese tipo de partícula permite conocer los antecedentes de irradiación del combustible de uranio y revela si se han realizado operaciones de separación química.

En el caso de esas partículas de plutonio, el crecimiento de americio 241 da la medida del tiempo transcurrido desde la última purificación química del plutonio. Esta capacidad para "datar" es útil al salvaguardar las instalaciones paradas o clausuradas a fin de detectar si recientemente ocurrieron operaciones de separación química. Al evaluar esos resultados, se tiene en cuenta que la cantidad de plutonio en una partícula de un micrómetro de diámetro tiene sólo unos cuantos picogramos (aproximadamente  $10^{10}$  átomos) y que el espectrómetro de fluorescencia de rayos X puede detectar componentes menores como el americio, que son del orden de unos pocos femtogramos.

⑤ **Medición del enriquecimiento de uranio en las partículas.** Las ventajas de la SEM/XRF son su elevada sensibilidad elemental y capacidad para seleccionar y medir grandes cantidades de partículas. Sin embargo, su principal desventaja es que no proporciona información isotópica sobre el uranio o el plutonio, lo que puede ser de importancia decisiva. Para este fin, los analistas aplican la técnica de la espectrometría de masa de iones secundarios, utilizando un sistema de detección de imágenes que produce imágenes resueltas espacialmente para cada isótopo de interés. El "enriquecimiento" de cada partícula se calcula comparando el conteo total acumulado de uranio 235 con el de uranio 238; los demás isótopos se vigilan

con el fin de detectar posibles interferencias moleculares.

La medición automatizada de varios milímetros cuadrados de superficie puede incluir más de 200 campos, que contienen hasta varios miles de partículas de uranio. Al mostrarlos en un diagrama de puntos para su análisis, las partículas de uranio muy enriquecido pueden identificarse fácilmente. No obstante, los analistas tienen que tener en cuenta la incertidumbre de la medición, en la que predomina el error estadístico de cómputo del isótopo menor (uranio 235 en la mayoría de los casos).

⑤ **Medición del uranio y del plutonio.** Una de las mediciones más difíciles aplicadas a las muestras ambientales por frotis es el llamado "análisis volumétrico", que supone la disolución de toda la muestra, la adición de trazadores de isótopos separados, la separación y la purificación químicas de fracciones de uranio y plutonio para medirlas con la espectrometría de masas por ionización térmica (TIMS). Los trazadores isotópicos son bastante puros y pueden obtenerse con valores de concentración certificados.

Las muestras por frotis pueden tomarse, por ejemplo, en una instalación que fabrique elementos combustibles de uranio muy enriquecido (UME) para reactores. Las muestras denotan claramente la presencia de plutonio, y también pueden mostrar la concentración más elevada de UME, lo que sugiere una correlación entre el UME y el plutonio. Esto ilustra la sensibilidad de los métodos empleados.

**Al servicio de objetivos mundiales.** Más de cinco años de aplicación ordinaria del muestreo ambiental para salvaguardias, ha permitido al OIEA sacar determinadas conclusiones acerca de la utilidad de los métodos analíticos y de muestreo utilizados. Si bien ese tipo de muestreo, como otros instrumentos de análisis, no es una panacea en sí, las técnicas

proporcionan información esencial. Las razones isotópicas revisten importancia fundamental porque revelan el historial de los materiales nucleares y los efectos del enriquecimiento o la irradiación con neutrones. Las razones de los productos de fisión o activación entre sí pueden ser una manera útil de determinar el quemado del combustible del reactor y el tiempo transcurrido desde la descarga del reactor. Las técnicas

de datación también pueden utilizarse para comprobar la situación de las instalaciones paradas.

Cabe señalar que los métodos analíticos utilizados con miras al muestreo ambiental para salvaguardias pueden aplicarse directamente en otras esferas de cierta forma conexas. Una de ellas es el análisis de los materiales nucleares decomisados por los funcionarios o la policía de aduana en relación con incidentes de tráfico ilícito, lo

que da paso a un nuevo campo: el "análisis forense de materiales nucleares". (Véase el recuadro de esta página.) Como en el caso de las salvaguardias internacionales y las inspecciones nucleares en el Iraq, la comunidad internacional puede beneficiarse extraordinariamente con la aplicación de técnicas científicas para encarar serias preocupaciones a nivel mundial. ☐

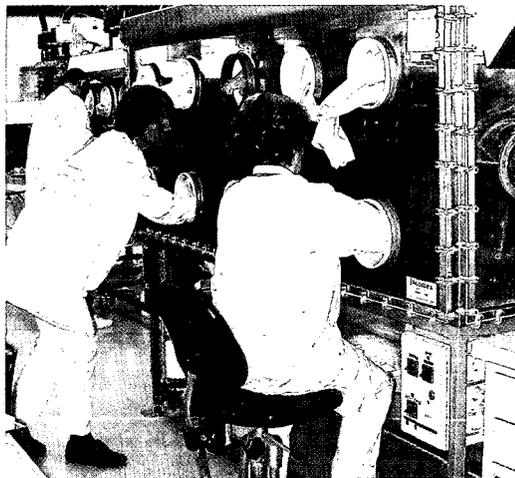
## ANÁLISIS FORENSE DE MATERIALES NUCLEARES Y TRÁFICO ILÍCITO

Las huellas y el análisis forense han desempeñado importantes funciones en el derecho penal durante mucho más de un siglo. En la medida en que la ciencia y la tecnología han avanzado, los métodos de investigación se han modernizado cada vez más, de modo que ahora los especialistas pueden extraer material genético incluso de un solo cabello.

En la esfera relativamente nueva del "análisis forense de materiales nucleares", que se centra en analizar el tipo, el uso y el origen de los materiales nucleares, ahora se están aplicando métodos similares para determinar las características materiales con elevado nivel de precisión. Al igual que sucede con las huellas humanas, el material nuclear se puede identificar, examinar y perfilar. La determinación de los radioisótopos, la razón isotópica y de masa, la edad del material, el contenido de impurezas, la forma química y los parámetros físicos quizás revelen una "huella nuclear" del material. Los resultados de los ensayos, junto con otras pruebas reunidas, permiten determinar con precisión las cantidades más diminutas. Los métodos analíticos desarrollados para esos fines se utilizan en las salvaguardias internacionales y en el análisis forense de materiales nucleares.

En el mundo cambiante de hoy, el OIEA, conjuntamente con el Instituto de elementos transuránicos de la Comisión Conjunta de Investigaciones de la Unión Europea, está tomando la iniciativa de ayudar a los países a establecer un sistema para mejorar la respuesta a los casos de contrabando nuclear. Un objetivo fundamental es mejorar la capacidad para identificar y caracterizar con precisión el material confiscado. Los estudios se llevan mejor a cabo en un laboratorio en el que ya se realicen aplicaciones altamente complejas, en el que se puedan analizar tanto los materiales nucleares como los no nucleares, desde cera para precintado, vidrio y papel hasta radionucleidos.

En octubre de 2002, expertos internacionales en la esfera examinaron los acontecimientos más recientes en la Conferencia Internacional del OIEA sobre adelantos en el análisis destructivo y no destructivo aplicable a la



vigilancia ambiental y el análisis forense de materiales nucleares, celebrada en Karlsruhe, Alemania. En ella participaron científicos de laboratorios y autoridades encargadas de hacer cumplir las leyes, quienes examinaron diversas cuestiones: desde la reunión, la protección y el análisis de materiales hasta los sistemas jurídicos y los requisitos establecidos en diferentes países. En el programa también figuraba el papel del OIEA en la labor colectiva encaminada a combatir el tráfico ilícito de materiales nucleares, en particular la ayuda a los laboratorios analíticos y el asesoramiento sobre la manipulación en condiciones de seguridad de las muestras confiscadas en casos de tráfico ilícito.

Los debates incluyeron además las tecnologías para determinar el origen de los materiales confiscados en casos de tráfico ilícito de materiales nucleares. Un aspecto central fue la forma de seguir fortaleciendo las estrategias de seguridad nuclear y la cooperación entre los laboratorios analíticos. Los planes incluyen la prestación de apoyo internacional especializado para la labor analítica requerida. -El presente informe se publicó por primera vez en el sitio WorldAtom del OIEA en [www.iaea.org](http://www.iaea.org). Para más información, consulte el sitio.

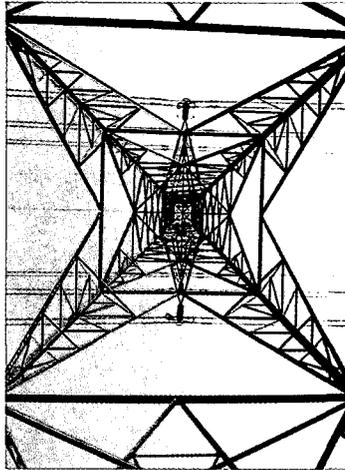
Foto: Las muestras se pueden analizar para encontrar sus "huellas nucleares". (Cortesía: OIEA)

# ENERGÍA Y POBREZA

SEGÚN EL MÁS RECIENTE ESTUDIO MUNDIAL SOBRE ENERGÍA, EL MUNDO NECESITA MUCHA MÁS ELECTRICIDAD PARA POTENCIAR EL DESARROLLO

**E**n la última edición del World Energy Outlook, publicada en septiembre de 2002 por la Agencia Internacional de Energía (AIE) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), se describe un futuro en el que la utilización de la energía continúa aumentando inexorablemente, los combustibles fósiles siguen dominando las combinaciones de energía y los países en desarrollo se acercan rápidamente a los países de la OCDE como los mayores consumidores de energía comercial. No cabe duda de que los recursos energéticos de la Tierra son suficientes para satisfacer la creciente demanda durante, al menos, los próximos tres decenios. Sin embargo, las proyecciones que figuran en este Outlook plantean serias inquietudes con respecto a la seguridad de los suministros energéticos, la inversión en la infraestructura energética, la amenaza de daños al medio ambiente debidos a la producción y uso de la energía y al acceso desigual que tiene la población mundial a la energía moderna.

Los gobiernos tendrán que tomar medidas enérgicas en muchas esferas del uso y suministro energético si se quiere hacer frente a esas inquietudes. Las proyecciones principales del Outlook se derivan de un Escenario de Referencia que sólo tiene en cuenta las políticas gubernamentales y las medidas que se adoptaron a mediados del 2002. Según un Escenario de políticas alternativas diferente, se evalúa la repercusión de diversas y nuevas políticas energéticas y ambientales que los países de la OCDE piensan adoptar, así como con respecto a la aplicación más rápida de las nuevas tecnologías energéticas. Ambos escenarios confirman la importancia de los



desafíos de la política que enfrentan los gobiernos de todo el mundo.

Un resultado fundamental del Outlook es que el comercio en la esfera de la energía se ampliará rápidamente. En particular, las principales regiones consumidoras de petróleo y gas verán crecer sus importaciones considerablemente. Este comercio incrementará la dependencia mutua entre las naciones. Sin embargo, también intensificará las inquietudes en torno a la vulnerabilidad del mundo a trastornos en los suministros de energía, en la medida que la producción se concentre cada vez más en un reducido número de países productores. La seguridad de los suministros ha pasado a ocupar el primer lugar en el orden del día de la política energética. Los gobiernos de los países importadores de petróleo y gas necesitarán desempeñar un papel más dinámico al asumir los riesgos de seguridad en materia de energía, inherentes al comercio del combustible fósil. Deberán prestar más atención para mantener la seguridad de las rutas y conductos marítimos internacionales. Además, volverán a considerar la forma de diversificar sus combustibles y las fuentes geo-

gráficas de esos combustibles. El Escenario de políticas alternativas de la OCDE demuestra la gran repercusión que las nuevas políticas dirigidas a frenar el crecimiento de la demanda energética, así como a fomentar la sustitución de los combustibles fósiles, podrían tener en la dependencia de las importaciones. Sin embargo, es probable que los gobiernos y los consumidores continúen aceptando un nivel de riesgo a cambio de los suministros de energía a precios competitivos.

El necesario aumento de la producción y de la capacidad de oferta requerirá de grandes inversiones en cada eslabón de la cadena de suministros energéticos. La nueva capacidad de generación de energía necesitará la inversión de casi 4,2 billones de dólares sólo a partir de hoy hasta el año 2030. La movilización oportuna de esas inversiones exigirá que se disminuyan las restricciones impuestas por las reglamentaciones y el mercado, así como que se establezca un clima de inversión atractiva, tarea de enormes proporciones en muchos países del mundo en desarrollo y en la ex Unión Soviética. La mayor parte de las inversiones se necesitará en los países en desarrollo, y es improbable que esto pueda materializarse sin incrementar, de forma considerable, la entrada de capital de los países industrializados.

Se prevé que las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), relacionadas con la producción de energía, aumenten un poco más rápido

*El presente artículo se basa en el Resumen Ejecutivo del World Energy Outlook, publicado por la Agencia Internacional de Energía en París, Francia, en septiembre de 2002. Para más información, consulte el sitio web de la AIE en [www.iea.org](http://www.iea.org).*

que el consumo de energía según el Escenario de Referencia, a pesar de las políticas y medidas tomadas hasta ahora. Sin embargo, conforme al Escenario de políticas alternativas, mediante las nuevas políticas que muchos de los países de la OCDE están considerando actualmente, así como la más rápida aplicación de tecnologías menos contaminantes y más eficientes, se lograría ahorrar energía y se promovería el cambio a favor de combustibles con menos contenido de carbono. Estas circunstancias estabilizarían a la larga las emisiones de CO<sub>2</sub> en los países de la OCDE, pero sólo hacia finales del período establecido en el *Outlook*.

Más de la cuarta parte de la población mundial no tiene acceso a la electricidad, y las dos quintas partes aún dependen principalmente de la biomasa tradicional para satisfacer sus necesidades energéticas básicas. Aunque la cantidad de personas que carece de suministros de energía disminuirá en los próximos decenios, se proyecta que 1 400 millones de personas seguirán sin electricidad en el año 2030. (Véase el recuadro de la página 29.) Por otra parte, realmente aumentará la cantidad de personas que utilizan madera, residuos de cosechas y desechos animales como los principales combustibles que se utilizan en la cocina y la calefacción. Con miras a llevar los suministros de energía a quienes carecen de ella y brindarles mejor acceso a otras formas de energía moderna, se necesitarán políticas gubernamentales más acertadas y acciones internacionales coordinadas.

**Los combustibles fósiles continuarán predominando en el uso de la energía mundial.** El uso de la energía mundial irá constantemente en aumento durante el año 2030 según el Escenario de Referencia. Se calcula que la demanda de energía primaria mundial se incrementa en 1,7% anual, en el período de los años 2000 y 2030 hasta alcanzar un nivel anual de 15 300 millones de toneladas de equivalente de petróleo. El incremento será igual a las dos terce-

ras partes de la demanda actual. Sin embargo, el crecimiento previsto es más lento que el registrado durante los últimos tres decenios, que llegó al 2,1% anual.

Los combustibles fósiles seguirán siendo las fuentes primarias de energía, conformando más del 90% del aumento de la demanda. La demanda de petróleo en el mundo aumentará en alrededor de 1,6% al año: desde 75 000 millones de barriles diarios en el año 2000 hasta 120 000 millones en el año 2030. Casi tres cuartas partes del incremento de la demanda provendrán del sector del transporte. El petróleo seguirá siendo el combustible opcional en el transporte terrestre, marítimo y aéreo. Por consiguiente, en todas las regiones se producirá un cambio que favorecerá productos destilados ligeros e intermedios, tales como gasolina y diesel, y que se apartará de los productos del petróleo más pesados, utilizados fundamentalmente en la industria. Este cambio será más evidente en los países en desarrollo, que actualmente tienen una proporción más baja de combustibles destinados al transporte en su mezcla de productos.

La demanda de gas natural aumentará más marcadamente que la de cualquier otro combustible fósil. El consumo de gas primario se duplicará a partir de hoy hasta el año 2030, y la parte del gas en la demanda energética mundial se incrementará del 23% al 28%. Las nuevas estaciones energéticas asumirán más del 60% del incremento de los suministros de gas en los próximos tres decenios. La mayoría de esas estaciones emplearán tecnología con turbinas de gas de ciclo combinado, una forma de generación favorecida por su eficiencia de conversión de alta energía y bajos gastos de capital. A menudo también se prefiere el gas al carbón y al petróleo por sus efectos relativamente benignos para el medio ambiente, en especial su bajo contenido de carbono.

El consumo de carbón también aumentará, pero más lentamente que el de gas y de petróleo. Las dos

terceras partes del aumento de la demanda de carbón mundial durante el período pronosticado corresponderán a China y a la India. En todas las regiones, el uso del carbón se concentrará cada vez más en la generación de energía, donde el carbón continuará siendo el combustible predominante. La demanda de carbón en el sector energético crecerá con el previsto incremento de los precios del gas. La aplicación de tecnologías de avanzada también aumentará el interés por el carbón como combustible de generación de energía a largo plazo.

Función de la energía nucleoelectrica. La función de la energía nucleoelectrica declinará notablemente debido a que se construirán pocos nuevos reactores y se dará de baja a algunos. La producción nuclear llegará a su punto máximo a finales del presente decenio, luego irá disminuyendo gradualmente. Su parte en la demanda primaria mundial se mantendrá estable en alrededor del 7% durante 2010 y luego disminuirá al 5% en el año 2030. En cuanto a la generación eléctrica total, su parte decaerá incluso con más rapidez: de un 17% en 2000 a un 9% en 2030. La potencia nuclear aumentará en sólo unos pocos países, sobre todo en Asia. Se espera que las mayores disminuciones en la producción nuclear tengan lugar en América del Norte y Europa. Las perspectivas de la energía nucleoelectrica son particularmente inciertas. Algunos gobiernos han expresado su renovado interés en la opción nuclear como un medio de reducir las emisiones y aumentar la seguridad del suministro.

Fuentes de energía renovable. La energía renovable desempeñará una función cada vez mayor en la combinación de la energía primaria del mundo. La energía hidroeléctrica ha sido durante mucho tiempo una fuente muy importante de producción de electricidad. Su parte en la energía primaria mundial se mantendrá estable, aunque decaerá su participación en la generación de electricidad. Las fuentes de energía renovable no hidroeléctricas, como

grupo, crecerán más rápido que cualquier otra fuente de energía primaria, a un ritmo medio de 3,3% por año en el período pronosticado. La energía eólica y la biomasa crecerán con mayor rapidez, especialmente en los países de la OCDE. Sin embargo, las fuentes de energía renovables no hidroeléctricas sólo registrarán una pequeña reducción en la demanda de energía mundial para el año 2030, debido a que parten de una base muy baja. Los países de la OCDE, muchos de los cuales han adoptado medidas urgentes para promover proyectos energéticos basados en las fuentes de energía renovable, representarán la mayor parte del crecimiento de esas fuentes.

**La demanda aumentará más rápido en los países en desarrollo.** Más del 60% del aumento en la demanda de energía primaria mundial entre 2000 y 2030 provenirá de los países en desarrollo, específicamente de Asia. La participación de estos países en la demanda mundial se incrementará del 30% al 43%. La participación de la OCDE disminuirá del 58% al 47%. La ex Unión Soviética y Europa oriental y central (las economías de transición) decaerán ligeramente hasta el 10%.

El repentino aumento de la demanda en las regiones en desarrollo se debe a su rápido crecimiento económico y demográfico. La industrialización y la urbanización también incrementarán la demanda. El reemplazo de la biomasa tradicional por el intercambio comercial de la energía, aumentará la demanda establecida. A medida que se efectúa la eliminación gradual de las subvenciones a la energía y que los precios internacionales suben, no se espera que los elevados precios al consumidor frenen el crecimiento de la demanda energética.

China, que ya es el segundo mayor consumidor de energía del mundo, continuará adquiriendo importancia en el mercado energético mundial a medida que el pujante crecimiento económico impulse el aumento de la demanda

y las importaciones. La economía china seguirá dependiendo del carbón de manera excepcional, pero la participación del petróleo, del gas natural y de la energía nuclear aumentará en la combinación de energía de China. El incremento de las necesidades de importar petróleo y gas convertirá a China en un comprador estratégico en el mercado mundial.

**Los usos en el transporte sobrepasarán a todos los demás sectores.** La demanda en el transporte, casi en su totalidad por petróleo, crecerá con mayor rapidez entre todos los sectores de uso final: a 2,1% por año. Esta superará a la industria en el decenio del año 2020 como el mayor sector de uso final. La demanda en el transporte se incrementará en todas partes, aunque con mayor rapidez en los países en desarrollo. La demanda de transporte en la OCDE crecerá a un ritmo más lento, a medida que los mercados se saturen más. El consumo en los sectores residenciales y de los servicios crecerá a un ritmo anual medio de 1,7%, un poco más rápido que en la industria, donde aumentará en 1,5% anual.

La electricidad crecerá más rápido que cualquier otra fuente de energía de uso final, a razón de un 2,4% por año durante el período establecido en el Outlook. La demanda mundial de electricidad se duplicará durante el año 2030, mientras su parte en el consumo energético final aumentará del 18% en el año 2000 al 22% en el año 2030. El más grande aumento en la demanda tendrá lugar en los países en desarrollo. El empleo de la electricidad se incrementa con más rapidez en el sector residencial, especialmente en los países en desarrollo. Sin embargo, la gran diferencia en el consumo per cápita de electricidad entre los países de la OCDE y los países en desarrollo difícilmente cambie en el período pronóstico. La participación del petróleo y del gas en el consumo final mundial también permanecerá, en general, invariable. Los productos del petróleo representarán aproximadamente

la mitad del uso de la energía final en el 2030. La parte del carbón disminuirá del 9% al 7%. El empleo del carbón se ampliará en la industria, aunque sólo en los países no miembros de la OCDE, pero se estancará en los sectores residencial y de los servicios.

**Los recursos de energía fósil son abundantes, pero las tecnologías y las modalidades de suministro cambiarán.** Los recursos energéticos del mundo son suficientes para satisfacer el crecimiento previsto de la demanda de energía. Los recursos del petróleo son abundantes, pero habrá que localizar más reservas para satisfacer la creciente demanda de petróleo hasta el 2030. Las reservas de gas natural y de carbón son particularmente abundantes, mientras no exista escasez de uranio para producir energía nucleoelectrónica. Las posibilidades físicas para producir energía renovable son también muy grandes. Sin embargo, las fuentes geográficas de suministros de energía en aumento cambiarán en los tres decenios próximos, en respuesta a factores geológicos, técnicos y a los costos. En conjunto, casi todo el incremento de la producción energética tendrá lugar en países no miembros de la OCDE, si se compara con un 60% desde 1971 hasta el año 2000.

El incremento de la producción en el Oriente Medio y en la ex Unión Soviética, que poseen recursos de hidrocarburos en gran escala, asumirán gran parte del crecimiento de la demanda mundial de petróleo y gas. Los productores de la OPEP, particularmente los del Oriente Medio, satisfarán la mayor parte del incremento pronosticado del 60% de la demanda de petróleo durante los próximos tres decenios. El volumen de producción de regiones completamente desarrolladas como América del Norte y el Mar del Norte disminuirá gradualmente. Se dispondrá de más petróleo proveniente de Rusia y la zona del Mar Caspio, y esto traerá consecuencias significativas para la diversidad de

fuentes de abastecimiento de los países importadores de petróleo.

Se prevé que la capacidad mundial de refinación de petróleo crudo se incremente a un promedio de 1,3% al año hasta alcanzar 121 millones de barriles diarios en el año 2030. El crecimiento de la capacidad será ligeramente menor que el de la demanda de productos refinados, debido al incrementado ritmo de explotación y la eliminación de algunos atascamientos de refinería. Más del 80% de las nuevas capacidades de refinación se construirán fuera de la región de la OCDE, gran parte de ellas en Asia. Las refinerías tendrán que incrementar sus rendimientos de los combustibles del transporte en comparación con los productos de petróleo más pesados, así como mejorar la calidad del producto.

La producción de gas natural, recurso que se encuentra más ampliamente distribuido que el petróleo, se incrementará en otras regiones distintas de Europa. El costo de la producción de gas y su transporte probablemente aumente en muchos lugares cuando se agoten los recursos de bajo costo vinculados al mercado y se alarguen las cadenas de suministros.

Existen abundantes reservas de carbón en muchas regiones. Sin embargo, es probable que los incrementos en la producción de carbón se concentren donde los costos de extracción, procesamiento y transporte sean los más bajos: Sudáfrica, Australia, China, la India, Indonesia, América del Norte y América Latina.

Durante el período establecido en el *Outlook* surgirán nuevas fuentes de energía y de tecnologías de avanzada. Se prevé que las fuentes de petróleo no convencionales, tales como la arena alquitranada y gas licuado, se amplíen a medida que sus costos de producción disminuyan. También se espera que las células de combustible hagan un modesto aporte a los suministros energéticos del mundo después del 2020, fundamentalmente en las pequeñas y descentralizadas centra-

les eléctricas. Entre las células de combustible que primero se espera alcancen la viabilidad comercial se incluye la conversión del vapor de gas natural. Se espera que estas células de combustible utilizadas en vehículos resulten atractivas desde el punto de vista económico sólo hacia finales del período pronosticado. Por consiguiente, sólo suministrarán energía a una pequeña parte del parque de vehículos en el 2030.

El comercio internacional de energía, casi en su totalidad en combustibles fósiles, se ampliará considerablemente. El comercio de energía más que se duplicará a partir de ahora hasta el año 2030. Todas las regiones importadoras de petróleo —incluidas las tres que pertenecen a la OCDE— importarán más petróleo, fundamentalmente del Oriente Medio. El incremento será más sorprendente en Asia. Los mayores mercados de crecimiento de gas natural van a depender mucho más de las importaciones. De manera absoluta, en Europa se producirá el mayor incremento en las importaciones de gas. Los proyectos de gasoductos transfronterizos se multiplicarán, y habrá un auge del comercio de gas natural licuado.

**El aumento de la demanda contribuirá al incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.** Las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la producción de energía en el mundo aumentarán un poco más rápido que la demanda de energía primaria. Se espera que suban a razón de 1,8% por año a partir de 2000 hasta 2030 según el Escenario de Referencia, y alcanzarán los 38 000 millones de toneladas en 2030. Esto representa 16 000 millones de toneladas, o el 70% más que hoy. Las dos terceras partes de este incremento se producirá en los países en desarrollo. La producción de energía y el transporte representarán alrededor de las tres cuartas partes de las nuevas emisiones.

Las fuentes geográficas de las nuevas emisiones cambiarán considerablemente, desde los países

industrializados hasta el mundo en desarrollo. La parte de las emisiones globales de los países en desarrollo aumentará repentinamente del 34% hoy día a un 47% en el año 2030, mientras la parte que corresponde a la OCDE decaerá del 55% al 43%. China solamente aportará la cuarta parte del incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>, o 3 600 millones de toneladas cada año en 2030 por lo que sus emisiones totales llegarán a 6 700 millones de toneladas anuales en 2030. Sin embargo, aún así las emisiones de China permanecen a un nivel muy por debajo de las de los Estados Unidos.

El marcado aumento de las emisiones proyectadas según el Escenario de Referencia ilustra el reto que enfrenta la mayoría de los países de la OCDE al cumplir los compromisos que han contraído conforme al Protocolo de Kyoto. Las emisiones en los países de la OCDE que firmaron el protocolo alcanzarán 12 500 millones de toneladas en 2010, a mediados del período fijado como objetivo en el Protocolo: del 2008 al 2012. O sea, 2800 millones de toneladas, o el 29%, por encima del objetivo. Rusia, al igual que Europa central y oriental, se encuentra en una situación muy diferente, con emisiones proyectadas a un nivel considerablemente más bajo que sus compromisos. Según el Protocolo, las bajas emisiones en Rusia, Ucrania y Europa oriental, conocidas como "aire caliente", pueden venderse a países cuyas emisiones son superiores al objetivo. Sin embargo, ni siquiera el "aire caliente" será suficiente para compensar las emisiones que excedan al objetivo en otros países. La brecha total será de alrededor del 15% de las emisiones proyectadas para el año 2010. Si se excluye a los Estados Unidos, que no se proponen ratificar el Protocolo de Kyoto, la brecha se reducirá al 2%.

La secuestro del carbono y las tecnologías de almacenamiento ofrecen la posibilidad a largo plazo de quemar los combustibles fósiles

sin emitir carbono hacia la atmósfera. Sin embargo, es improbable que esas tecnologías se apliquen a gran escala antes de 2030: se encuentran en una etapa temprana de desarrollo y son muy costosas. Si sus costos pudiesen reducirse con más rapidez que lo que aquí se supone, ello tendría una gran repercusión en las perspectivas a largo plazo del suministro de energía.

**Las políticas sometidas a la consideración de la OCDE frenarían la demanda de energía y las emisiones.** Según el Escenario de políticas alternativas, la aplicación de políticas que ya se analizan en los países de la OCDE reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> en unos 2150 millones de toneladas en el año 2030, o 16% por debajo de las proyecciones ya descritas del Escenario de Referencia. Eso equivale aproximadamente a las emisiones totales de Alemania, el Reino Unido, Francia e Italia en la actualidad.

El ahorro de energía logrado gracias a las nuevas políticas y medidas, así como a la aplicación más acelerada de tecnologías más eficientes sería del 9% de la demanda proyectada según el Escenario de Referencia en 2030. El ahorro de CO<sub>2</sub> sería aún mayor debido a la repercusión adicional que traería el cambio de combustible por combustibles con menos contenido del carbono. Como el capital social de la energía se reemplaza a un ritmo lento, el ahorro de CO<sub>2</sub> en los primeros años sería relativamente insignificante: sólo del 3% en 2010 y del 9% en 2020.

La mayor reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> según el Escenario de políticas alternativas se produciría en la generación de electricidad, debido al rápido crecimiento de las fuentes de energía renovables y de los ahorros en la demanda de electricidad. Los gobiernos de los países de la OCDE asignan actualmente prioridad a las fuentes de energía renovables y a la electricidad en sus planes a largo plazo, con el objetivo de frenar las emisiones de CO<sub>2</sub> y aumentar la seguridad de la energía. Aunque individualmen-

te las tres regiones que comprende la OCDE aún no alcanzarían los objetivos plasmados en el Protocolo de Kyoto, el "aire caliente" podría permitir que se cumplan los objetivos.

Las proyecciones del Escenario de políticas alternativas muestran una marcada reducción en la dependencia de las importaciones en las principales regiones importadoras de energía. En el año 2030, la demanda de gas natural en la OCDE sería de 260 millones de metros cúbicos, o del 13%, por debajo del Escenario de Referencia. El descenso del porcentaje en las importaciones sería incluso mayor. La reducción de las importaciones de gas de la UE en 2003 sería mayor que las importaciones totales actuales que provienen de Rusia y Noruega. El ahorro en la demanda de petróleo alcanzaría el 10%, o 4,6 millones de barriles diarios.

**El suministro de energía moderna a los pobres del mundo será una tarea inconclusa.** Unos 1600 millones de personas no tienen acceso a la electricidad, de acuerdo con la información recogida especialmente para el presente estudio. Más del 80% de las personas que actualmente carecen de acceso a la electricidad vive en Asia meridional y el África subsahariana. La mayor parte de ellas vive con menos de 2 dólares diarios, pero el ingreso no es el único factor determinante para tener acceso a la electricidad. China, con el 56% de su población aún "pobre" según las definiciones internacionales, se las ha arreglado para suministrar electricidad a la gran mayoría de sus habitantes.

Como los gobiernos no adoptan iniciativas nuevas e importantes, 1400 millones de personas, o el 18% de la población del mundo, aún no tendrán electricidad en el año 2030, a pesar de la prosperidad más generalizada y de las tecnologías más avanzadas. La cantidad de personas sin acceso a la electricidad en el año 2030 será de 200 millones menos que en la actualidad, aún cuando se suponga que la población mundial

aumente de 6100 millones en el año 2000 a 8300 millones. Cuatro de cada cinco personas sin electricidad viven en las zonas rurales. No obstante, se prevé un cambio en la modalidad de falta de electricidad, ya que el 95% del aumento de la población en los próximos tres decenios tendrá lugar en las zonas urbanas.

La población pobre de los países en desarrollo depende fundamentalmente de la biomasa tradicional—madera, residuos agrícolas y estiércol— para satisfacer sus necesidades energéticas básicas. De acuerdo con la información específicamente recopilada para el presente estudio, 2400 millones de personas de los países en desarrollo sólo utilizan esos combustibles en la cocina y la calefacción. Muchas de ellas sufren de los efectos de la mala salud asociados al uso ineficiente de los combustibles de la biomasa tradicional. Más de la mitad de todas las personas que en gran medida dependen de la biomasa viven en la India y China, pero la proporción de la población que depende de la biomasa está más concentrada en el África subsahariana.

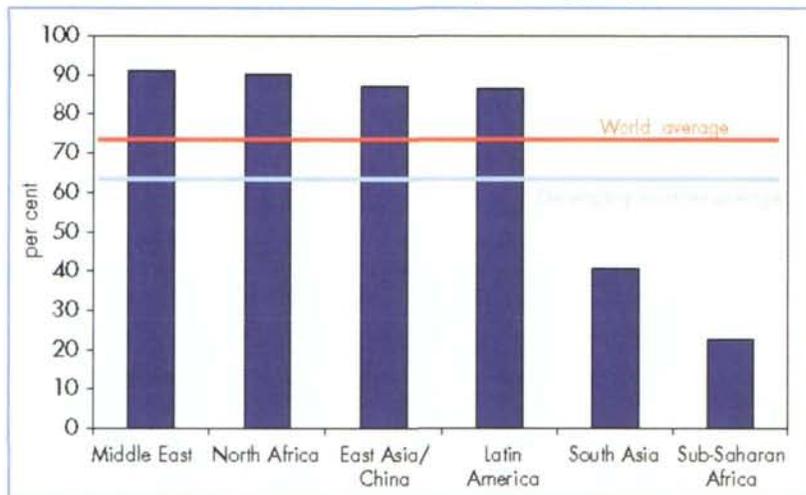
Se pronostica que en la mayoría de las regiones en desarrollo disminuirá la parte de la población mundial que depende de la utilización de la biomasa en la cocina y la calefacción, pero aumentará la cifra total de personas. La mayor parte de este incremento tendrá lugar en Asia meridional y el África subsahariana. Más de 2600 millones de personas de los países en desarrollo seguirán dependiendo de la utilización de la biomasa en la cocina y la calefacción para el año 2030. Ello significa un incremento de más de 240 millones, o el 9%. En los países en desarrollo, la utilización de la biomasa continuará representando más de la mitad del consumo energético en las zonas residenciales a finales del período establecido en el *Outlook*.

La falta de electricidad exacerba la pobreza y contribuye a perpetuarla, ya que restringe la mayor parte de las actividades industriales y los empleos que crean. La expe-

## ENERGÍA Y POBREZA: CIFRAS ALARMANTES

- Unos 1600 millones de personas -una cuarta parte de la población mundial- no tienen acceso a la electricidad. En los próximos tres decenios, la inversión que se necesita para nuevas capacidades de generación de electricidad en los países en desarrollo ascenderá a 2100 billones de dólares. Aún cuando esta inversión se garantice, en ausencia de nuevas políticas eficaces, 1400 millones de personas continuarán sin tener electricidad en 2030.
- Cuatro de cada cinco personas sin electricidad viven en las zonas rurales de los países en desarrollo, fundamentalmente en Asia meridional y el África subsahariana. Ahora bien, las modalidades de la falta de electricidad deben cambiar, ya que el 95% del incremento de la población en los próximos tres decenios tendrá lugar en las zonas urbanas.
- Unos 2400 millones de personas dependen de la utilización de la biomasa tradicional -madera, residuos agrícolas y estiércol- en la cocina y la calefacción. Esa cifra aumentará a 2600 millones para el año 2030. En los países en desarrollo, la utilización de la biomasa continuará representando más de la mitad del consumo energético en las zonas residenciales para el año 2030.
- La falta de electricidad y la gran dependencia de la biomasa tradicional son los distintivos de la pobreza en los países en desarrollo. La falta de electricidad exagera la pobreza y contribuye a perpetuarla, ya que restringe la mayor parte de las actividades industriales y los empleos que crean.
- En las zonas rurales del África subsahariana, muchas mujeres transportan 20 kilogramos de leña, lo que representa cinco kilómetros cada día como promedio. El esfuerzo requiere gran cantidad de calorías de su dieta diaria, que se cocina encima de un fuego abierto con la leña acumulada.
- Los pobres del mundo en desarrollo están constantemente expuestos a las concentraciones interiores de partículas y de monóxido de carbono, muchas veces más altas que las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud. Las cocinas tradicionales que utilizan estiércol y carboncillo emiten grandes cantidades de monóxido de carbono y otros gases nocivos. Las mujeres y los niños son quienes más sufren, porque están expuestos a ello durante períodos más prolongados. Las enfermedades respiratorias agudas afectan hasta el 6% de la población mundial. Según la OMS, 2,5 millones de mujeres y niños pequeños de los países en desarrollo mueren prematuramente cada año por respirar el humo proveniente de las cocinas caseras de biomasa.

Tasas de electrificación por región, 2000



Source: IEA analysis.

riencia adquirida en China y en otros lugares demuestra cómo los gobiernos pueden ayudar a ampliar el acceso a las fuentes modernas de energía. Ahora bien, la electrificación y el acceso a los modernos servicios energéticos no garantizan en sí la mitigación de la pobreza.

Se necesitan diversas fuentes de energía para las aplicaciones térmi-

cas y mecánicas con el fin de introducir actividades productivas y generadoras de ingresos en los países en desarrollo. No obstante, como la biomasa seguirá predominando en la demanda de energía en estos países en el futuro inmediato, el desarrollo de tecnologías de biomasa más eficientes es esencial para mitigar la pobreza en las zonas

rurales. Las tecnologías de energía renovable tales como la energía solar, eólica y la biomasa pueden ser opciones rentables para aplicarlas específicamente fuera de la red, pero es más probable que se prefieran los combustibles convencionales y las tecnologías establecidas para ampliar la capacidad dentro de las redes. □

# LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA HORA DE LA VERDAD

## SEIS RAZONES QUE SUSTENTAN EL ARGUMENTO EN PRO DE LA ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

POR JOHN RITCH III

Con el paso de los años, la simple palabra "nuclear" ha llegado a ser el centro de una polémica aparentemente interminable, cargada de pasiones e ideologías que emanaron, en un principio, de un temor lógico a la guerra nuclear, pero que se convirtieron en un enfrentamiento exaltado, y ahora un tanto institucionalizado, que ha debido enfrentar el discurso público en cuanto a la mejor forma que pueden los países del mundo satisfacer sus necesidades de energía en el siglo XXI.

A lo largo del camino, la sola idea de la energía nuclear devino en un sustituto político y psicológico. El escepticismo con respecto al gobierno, la desconfianza en las grandes empresas, la preocupación por los efluentes industriales tóxicos, un temor subconsciente a un cataclismo, todos esos sentimientos y temores se han hecho realidad para muchas personas en un concepto vago denominado "la industria nuclear". Cuando hablamos de la industria automovilística, de la industria de la confección, la alimentaria o las industrias proveedoras de combustibles fósiles, nos referimos a grandes ramas de la producción y la prestación de servicios a las que están incorporados cientos de miles de empleados que procesan grandes cantidades de productos básicos de alto valor. Los colosales ingresos provenientes de esos productos básicos generan poderosos intereses creados, capaces, en gran medida, de destinar recursos a la defensa de su posición en el mercado y muy dados a ello.

En contraposición a la energía nucleoelectrónica, nos referimos a un producto básico abundante

llamado uranio, cuya característica fundamental radica en que un poco rinde mucho. No cabe duda de que la explotación, elaboración y uso de ese combustible de uranio crea cierto interés económico. Sin embargo, en cuanto a dimensión y alcance, ese interés es exiguo en comparación, digamos, con el carbón, el petróleo o el gas natural. Precisamente porque sólo una pequeña cantidad de uranio relativamente barato contiene energía equivalente a la de un tren cargado de carbón, los intereses económicos creados, presentes en el ciclo del combustible nuclear, son relativamente limitados.

Tal vez se pudiera discurrir que un importante interés creado por el uranio se podría encontrar en el punto de uso final del ciclo del combustible nuclear, en el cual la asombrosa densidad de energía del uranio se aprovecha plenamente. Ahora bien, en su lugar encontramos una entidad denominada compañía que crea un producto genérico denominado electricidad, utilizando, por lo general, diversos combustibles y centrales eléctricas. De ser así, esta compañía de combustibles múltiples quizás prefiera defender la generación de electricidad a partir de la energía nuclear, pero también prefiere defender la generación de electricidad utilizando combustibles fósiles.

Desde luego, esta ambivalencia podría cambiar si hubiera un mercado grande o preferido para un producto denominado "electrici-

dad generada limpiamente". En ese momento, se asignará inmediatamente un valor especial a la electricidad proveniente del uranio. Sin embargo, nuestras sociedades aún se encuentran en las etapas iniciales de la creación de un incentivo de esa índole para el mercado.

Todo lo anterior es una forma de decir que, al examinar la "industria nuclear" como un interés económico creado, uno se tropieza exactamente con lo que Gertrude Stein se encontró en Oakland: no mucho.

En la Asociación Mundial de Energía Nuclear estamos trabajando para unificar y apoyar a las compañías que abarcan la industria nuclear del mundo y promover la tecnología que representan. Sin embargo, a pesar de lo que podrían suponer nuestros opositores ecologistas, no representamos un interés económico amplio. Estamos luchando, al menos, no sólo por una idea, sino también por una industria.

Hoy quiero referirme a que esta es una idea cuyo momento ha llegado: que la energía nuclear a medio siglo de su inicio, ha llegado a la hora de la verdad, en no menos de seis importantes aspectos:

■ **Primero. La tecnología ha alcanzado la mayoría de edad.**

Aún cuando el progreso es cosa del futuro, la energía nucleoelectrónica ha alcanzado una vigorosa madurez, no sólo desde el punto de vista científico, sino también en las instituciones que hemos creado para apoyar y encauzar su uso.

*John Ritch III es el Director General de la Asociación Mundial de Energía Nuclear. El presente artículo se basa en el discurso que pronunció ante la Sociedad Británica de Energía Nuclear con motivo de la celebración del 40° Aniversario en Londres en julio de 2002. Para más información sobre la energía nuclear, consulte el sitio web de la WNA en [www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)*

▣ Segundo. A escala nacional, los temas claves que comprometen la energía nuclear exigirán en breve la adopción de una decisión. En Gran Bretaña, como principal ejemplo, la necesidad de tomar medidas decisivas en cuanto a la energía nucleoelectrica ha llegado a un momento crítico, como pronto ocurrirá en otros países.

▣ Tercero. Los suministros de combustible fósil podrían resultar sencillamente inadecuados para satisfacer las necesidades mundiales de energía. Pronosticamos ahora un futuro a escala mundial en el que la demanda de energía será tan colosal que tal vez sea necesario aumentar considerablemente la energía nucleoelectrica, aun dejando a un lado los aspectos medioambientales.

▣ Cuarto. Las formas beneficiosas de emplear la energía nucleoelectrica pronto se multiplicarán. El mundo está entrando en una época en la que probablemente se diversificará la función de la energía nucleoelectrica: de suministrar sólo electricidad a apoyar otros dos elementos muy importantes de la economía mundial, a saber, el transporte propulsado por hidrógeno y la obtención de agua salubre por desalación.

▣ Quinto, y de gran importancia. Un viraje trascendental hacia la energía nucleoelectrica es ahora ecológicamente indispensable. Cuando enfrentamos lo que posiblemente sea la mayor crisis de la historia humana —el constante debilitamiento de la biosfera terrestre debido a la actividad económica— el mundo sencillamente no puede conciliar las necesidades de los seres humanos y la seguridad del medio ambiente sin depender grandemente de la energía nucleoelectrica.

▣ Sexto. Esta hora de la verdad para la energía nucleoelectrica exige que se diga la verdad. Teniendo en cuenta que la conciencia pública y la decisión política constituyen una necesidad imperiosa, los que pueden hacerlo deben exponer ahora los

argumentos a favor de la energía nucleoelectrica de manera convincente, sin apología o subterfugio y con efecto persuasivo. Mucho depende de que se fomente el conocimiento y la voluntad de emplear la tecnología nuclear en beneficio de todos.

Permítanme referirme a cada uno de esos seis aspectos de la energía nucleoelectrica en lo que describo como el momento de la verdad.

**Madurez tecnológica.** Con ello no quiero decir vejez, sino más bien el surgimiento de una adolescencia prolongada llena de molestias cada vez mayores.

A lo largo de su historia, se han relacionado a la energía a la energía nucleoelectrica con cuatro esferas: la proliferación, la seguridad operacional, los desechos y el costo.

Durante los últimos cincuenta años —de hecho, a partir del discurso "Átomos para la paz" pronunciado hace 49 años por el Presidente Eisenhower—, la ciencia y la diplomacia se han unido para lograr grandes progresos en las cuatro esferas. Esos progresos han contribuido a crear una sólida base para ampliar considerablemente el empleo de la energía nucleoelectrica en el siglo XXI.

Al refrenar los peligros que constituyen las armas, el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares representa un éxito trascendental en la historia de la diplomacia. Todos los países, menos tres, ahora son partes en el Tratado, y todos los países, menos ocho —aquellos tres y los cinco que, según el Tratado, son reconocidos como Estados poseedores de armas nucleares—, están sometidos a las salvaguardias totales destinadas a impedir y detectar cualquier intento de fabricar armas nucleares.

En el decenio de 1990, el descubrimiento del programa secreto del Iraq para fabricar la bomba motivó a que se fortalecieran esas salvaguardias a medida que el OIEA adquiría tecnologías de detección mejoradas,

un acceso ampliado a las fuentes de información nacionales y una mayor autoridad en el campo de la investigación.

El TNP no constituye —ni podría constituir— una garantía contra cualquier amenaza de actividad nuclear ilícita. En cambio, constituye una garantía contra cualquier peligro real de que se utilice un programa de energía nucleoelectrica del sector civil como fuente encubierta para desarrollar armas ilícitas. El TNP ha creado un muro de confianza en cuanto a que la producción de energía no contaminante a partir de energía nucleoelectrica no estimulará a las personas malintencionadas.

En todo caso, lo que podría haber ahora es un vínculo defensivo útil, y no peligroso —de manera que la vigilancia mundial del OIEA, que requiere el uso de la tecnología nuclear con fines pacíficos, contribuye ahora a propiciar un sistema de alerta temprano contra usos ilícitos.

En la práctica, el aspecto de la proliferación sencillamente no ocupa el lugar que merece cuando hablamos de emplear la energía nucleoelectrica para satisfacer necesidades mundiales de energía no contaminante. La mayor parte del consumo actual de energía tiene lugar en los países que ya poseen armas nucleares o en los que se puede confiar por ser partes de buena fe en el TNP. Además, China y la India son, los principales mercados desde el punto de vista del crecimiento en materia de consumo energético, y esos dos países ya poseen armas nucleares.

En resumen, en los casos en que la energía no contaminante proveniente de la energía nucleoelectrica sea lo más importante, la proliferación no constituye ni siquiera un problema.

---

*Los delegados a la Conferencia General del OIEA celebrada en septiembre de 2002 en la República de Corea, asisten a una reunión de información sobre la energía nuclear. (Cortesía: Calma/OIEA)*

Pasando a la seguridad operacional, el progreso es igualmente notable. La creación de la Asociación Mundial de Explotadores de Centrales Nucleares (AMEIN) constituye un logro extraordinario en la diplomacia del sector privado, al establecer una segunda gran institución nuclear paralela al OIEA.

La práctica de seguridad impecable debe ser siempre la mayor necesidad imperiosa de la industria nuclear. Por intermedio de su red de intercambio técnico y del examen por homólogos en todas las centrales nucleares del mundo, la AMEIN no sólo ha elevado las normas, sino que también ha institucionalizado una cultura de la seguridad nuclear mundial.

En cuanto a los desechos —que es, en realidad, la mayor ventaja comparativa de la energía nucleoelectrónica—, durante mucho tiempo se ha tratado de una cuestión más bien de política que de ciencia. Se están considerando dos acontecimientos que mejorarán esta política.

El primero es un creciente reconocimiento del público de que, en efecto, esta ventaja comparativa sí existe: de que la cuestión de los desechos, lejos de ser exclusiva de la energía nucleoelectrónica, es la debilidad fundamental y, casi sin duda, irremediable del combustible fósil.

El segundo acontecimiento es el progreso que se realiza para demostrar con hechos la factibilidad de la disposición final de los desechos nucleares. La votación abrumadora el año pasado en el parlamento finlandés, las decisiones tomadas este año con respecto al repositorio de Yucca Mountain en los Estados Unidos, y los progresos que se realizan en Suecia en cuanto a la aceptación por parte de la comunidad de un emplazamiento permanente de disposición final.

La unión de la autoridad moral de Escandinavia y el liderazgo tecnológico de los Estados Unidos enviará un mensaje al mundo: que los países deberán, y pueden, tomar medidas raciona-

les para la disposición final permanente de desechos nucleares.

Esos progresos no excluyen el surgimiento futuro de emplazamientos de disposición final regionales. Sin embargo, esos otros progresos sólo se pueden lograr después de ratificar el principio de responsabilidad nacional. Sólo con medidas nacionales puede lograrse que la cuestión de la disposición final pase del terreno de la polémica persistente al de la normalidad aceptada. Este movimiento ya está en marcha.

Podemos esperar y suponer que esas novedades recientes darán valor a los gobiernos de países como Gran Bretaña, donde la falta de determinación en cuanto a los desechos sigue pesando sobre la decisión razonable acerca del futuro de la energía nucleoelectrónica.

Con referencia al cuarto aspecto, el costo y la competitividad, todos los factores son positivos. Los factores internos de la industria deben reducir los costos, mientras es probable que los externos aumenten los costos en otros lugares.

Dentro de la industria, la multiplicidad de diseños de reactores que caracteriza el primer medio siglo de la energía nucleoelectrónica ahora dará paso a una era de normalización que reducirá inevitablemente los costos de construcción.

A tono con lo anterior, varios factores están contribuyendo a reducir los gastos de explotación: la experiencia práctica de medio siglo, los del aumento de la capacidad estimulados por la liberalización, el intercambio tecnológico mundial propiciado por la AMEIN y la eficacia de los diseños de nuevos reactores.

Entre tanto, a diferencia del combustible fósil, el uranio sigue siendo un factor de bajo costo con un precio predecible. Aun cuando la energía nucleoelectrónica se desarrollara mucho, no es probable que el precio del material fisiónable aumente los costos totales, sobre todo con el desmantelamiento de las armas, que complementa considerablemente las

reservas conocidas. Hoy día, una de cada 10 bombillas estadounidenses se alimenta de combustible procedente de ojivas soviéticas.

En el momento en que tal vez surja algún problema relacionado con el costo del combustible, el mundo deberá estar preparado políticamente para utilizar reactores reproductores que extraen, al menos, 50 veces más electricidad del combustible de uranio. El adelanto tecnológico, asociado a la necesidad económica, también podría abrir la posibilidad de extraer uranio del agua de mar.

En el caso de los competidores, es probable que las fuentes de energía renovables sigan dependiendo de una fuerte subvención, ya que su rendimiento es limitado; aunque no cabe duda de que los combustibles fósiles estarán casi, cada vez más expuestos a los aumentos de los precios y a la inestabilidad, así como a las preocupaciones por la seguridad en materia de energía y por el medio ambiente.

En cuanto a cómo una medida gubernamental podría afectar el mercado, cualquier sistema racional para restringir el carbono —ya sea por un impuesto directo sobre el carbono o por derechos de emisión— aumentará el costo del combustible fósil y mejorará la competitividad de la energía nuclear.

Sólo un sistema irracional de control del carbono —como un gravamen del cambio climático que incluye la energía nucleoelectrónica—, no mejorará el costo comparativo de la energía nucleoelectrónica. En vista de las necesidades imperiosas ambientales de hoy día, cualquier plan que ponga en desventaja una importante fuente energética "no contaminante" constituye una deformación de la política pública.

En términos generales, se ha dado respuestas firmes y convincentes a las interrogantes tradicionales acerca de la energía nucleoelectrónica: la proliferación, la seguridad, los desechos y el costo. Basándose ahora en más de

10 000 años-reactor de experiencia y evolucionando aún como una tecnología fuerte, la energía nucleoelectrica ha alcanzado las primeras fases de una madurez pujante, es decir, está lista y es capaz de producir energía sin contaminación y con seguridad en una escala general de límites infinitos.

**La energía y la seguridad del medio ambiente.** El segundo aspecto de esta hora de la verdad es la imperiosa necesidad nacional —de muchos países—, de hacer frente a las exigencias de la energía y la seguridad ambiental que, en definitiva, no se pueden enfrentar sin la energía nucleoelectrica.

En ninguna otra parte esto es más cierto que en Gran Bretaña. Siempre este país ha estado dotado de abundante energía fósil que sustentó su revolución industrial y apoyó su prosperidad desde entonces. Sin embargo, Gran Bretaña inicia el siglo XXI con reservas limitadas de combustible fósil y el reto de dirigir una economía moderna de alta energía con la seguridad en materia de energía, aire limpio y una reducción sostenida de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Diez años atrás, en la generación de electricidad en Gran Bretaña predominaba el carbón nacional, y la energía nuclear suministraba alrededor del 25% de la energía eléctrica. Un decenio después, la "fiebre del gas" ha dado lugar a un equilibrio aproximado entre el carbón, el gas y la energía nuclear. Se ha registrado cierta reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque al importante costo de que las otrora ricas reservas del precioso gas natural de las que Gran Bretaña disponía ahora están en buena parte agotadas.

De acuerdo con las hipótesis actuales de que tanto el carbón como la energía nuclear se dejarán de producir en 2025, Gran Bretaña puede esperar un futuro en el que la electricidad provendrá principalmente del gas natural importado a través de miles de millas de oleoductos desde Rusia, el Oriente

Medio y Africa Septentrional, complementado con una pequeña cuota, aún desconocida, de fuentes de energía renovables.

Ante esa perspectiva, Gran Bretaña habrá pasado, exactamente en un tercio de siglo, de la soberanía plena en lo que concierne a la energía a la dependencia total de fuentes externas inestables, complementadas por fuentes internas sólo disponibles con irregularidad.

Como alternativa a este futuro de vulnerabilidad, British Energy, mayor generador del Reino Unido, ha sugerido la idea de que Gran Bretaña debe "sustituir la energía nuclear con energía nuclear". Este sensato mensaje se puede sustentar con los sólidos argumentos de que la "innovación" tendrá lugar en los actuales emplazamientos de disposición final, usará las líneas de transmisión existentes, mantendrá la continuidad del empleo y gozará de aceptabilidad política en comunidades locales que ya lo apoyan.

La "sustitución de la energía nuclear con energía nuclear" también tiene la ventaja política de que no parece ambiciosa. British Energy ofrece un futuro en el que la cuota de electricidad proveniente de la energía nuclear sencillamente se mantiene en el 25%, mientras las fuentes de energía renovables llegan a asumir una cuota creciente de la electricidad que ahora el carbón proporciona.

Alcanzar incluso este objetivo no será una hazaña de poca monta. Para sustituir las viejas centrales nucleares de Gran Bretaña se debe empezar a trabajar pronto a fin de construir diez reactores de un gigavatio en un período de 20 años, empresa que el director gerente de British Energy, Robin Jeffrey, califica como "uno de los más grandes proyectos de infraestructura que se haya acometido en el Reino Unido".

En vista de la inminente perspectiva de una dependencia energética peligrosa —y de la necesidad de energía nuclear para dar un giro político hacia la revitaliza-

ción—, la propuesta de British Energy es modesta y muy válida.

Sin embargo, una medida de la difícil situación que está atravesando Gran Bretaña es que hasta este vasto programa de innovación nuclear sería, de hecho, sólo un primer paso en una estrategia acertada para satisfacer las necesidades de este país en cuanto a seguridad energética y medio ambiente.

Aún "sustituyendo la energía nuclear con energía nuclear", el sector del transporte de Gran Bretaña seguirá dependiendo totalmente de fuentes externas, el de la electricidad, casi en el 50%, y —muy en particular— los niveles de emisión aún mucho más altos de lo que, a la larga, cualquier régimen ambiental sensato debe necesitar.

Cada país tiene su propio perfil de consumo de energía. Sin embargo, el ejemplo de Gran Bretaña pone de relieve el segundo aspecto de esta hora de la verdad. Al comenzar el siglo XXI, la imperiosa necesidad energética y ambiental de un país como Gran Bretaña exige un viraje —de proporciones significativas y estables— hacia la energía nucleoelectrica.

**Demanda mundial de energía.** El tercer aspecto de esta hora de la verdad es que tal vez ahora, estemos entrando en un era en la que los suministros mundiales de combustible fósil —con o sin restricciones ambientales— son sencillamente insuficientes para satisfacer la demanda mundial de energía.

La cuestión de las reservas de energía obtenida a partir del carbono es uno de los temas más controvertidos de la industria energética; además, la necesidad de actuar con cautela surge de los resultados imprecisos de pronósticos anteriores que, a menudo, han sido refutados más bien por un aumento estable que por un agotamiento de las reservas de combustible fósil que se conocen.

Ese aumento de las reservas ha reafirmado la confianza de quienes



se inclinan a suponer que la fuerza del mercado siempre nos librará de los déficit, o sea, que cualquier aumento de la escasez de combustible fósil generará su propio remedio, pues la subida de los precios reduce la demanda y estimula los nuevos esfuerzos dirigidos a explotar los recursos que se conocen y encontrar otros.

Sin embargo, hasta en la industria petrolera hay algunos que empiezan a creer que tal vez esa confianza no venga al caso ahora. Hace poco, el presidente de la Asociación Francesa de Profesionales del Petróleo, Pierre-Rene Bauquis, presentó un importante documento en el que hace una nueva valoración de la oferta y la demanda de energía a escala mundial en los próximos cincuenta años.

El punto clave en este análisis radica en que los aumentos anteriores de las reservas identificadas, constituyeron en su mayor parte, un fenómeno sui géneris en el que se ajustaron al alza los recursos conocidos en cuanto a cantidad y accesibilidad.

Lo que resulta de este análisis es que esta vez, de hecho, el peligro podría ser inminente.

El análisis comienza con una proyección generalmente aceptada de que la demanda mundial de energía se duplicará y, posiblemente, se triplicará en el año 2050.

El análisis se torna interesante en la proyección de los límites al aumento del combustible fósil, aunque no haya limitaciones impuestas por consideraciones ambientales.

En los próximos 50 años se proyecta que la producción de carbón y gas solo podrá duplicarse, mientras la producción de petróleo primero aumentará y después caerá por debajo de los niveles actuales.

Si esto sucede, la producción total de combustible fósil puede aumentar sólo en 50% ante una demanda mundial de energía que se duplica o triplica.

Este escenario deja un enorme vacío energético que se llenará

con energía nuclear y fuentes de energía renovable. Si entonces aplicamos criterios realistas sobre el crecimiento potencial de las fuentes de energía renovable, la energía nucleoelectrica debe aumentar en un factor de entre 7 y 20 veces en los próximos cincuenta años.

Ello significaría que en el mundo habría entre 3 000 y 8 000 reactores de 1 gigavatio, lo que requiere en los próximos 50 años un ritmo de construcción de centrales eléctricas no menor de una por semana como mínimo y hasta una cada dos días como máximo.

Esta proyección sugiere la importante posibilidad de que tal vez no sólo la política ambiental, sino también una verdadera restricción de la disponibilidad de combustible fósil impulsen un viraje de gran envergadura hacia la energía nucleoelectrica en los próximos decenios.

**Diversificación.** El cuarto aspecto de este nuevo período de la energía nucleoelectrica es la diversificación del propósito.

En los últimos años, como el concepto de desarrollo sostenible ha obtenido aceptación en el mundo, los partidarios de la tecnología nuclear han promocionado con razón, sus enormes posibilidades como fuente de electricidad generada sin contaminación.

Los defensores también señalan un impresionante conjunto de aplicaciones nucleares que pueden hacer un aporte altamente eficaz en función de los costos al desarrollo sostenible empleando la radiación y los radioisótopos para contribuir al aumento y la preservación de los alimentos, perfeccionar el control de calidad en la industria, apoyar el análisis ambiental, mejorar la nutrición, proteger el ganado y diagnosticar y tratar las enfermedades humanas.

En ambos terrenos —la electricidad y las aplicaciones técnicas— el aporte de la ciencia nuclear puede ser inmenso.

Sin embargo, como vemos con más claridad nuestro concepto

de futuro sostenible, empezamos a prever otras dos funciones fundamentales de la energía nucleoelectrica, cada una de las cuales requiere energía no contaminante en las enormes cantidades que sólo la energía nucleoelectrica puede suministrar.

La primera es la desalación para obtener agua limpia. No sólo en el Oriente Medio, sino también en muchas otras regiones muy pobladas del mundo, el régimen de consumo de agua potable ahora supera considerablemente el reabastecimiento de agua, creándose la impresión de que dentro de los próximos 25 años, más de la mitad de la población mundial pudiera enfrentar una grave escasez de agua dulce.

La energía nucleoelectrica ofrece la opción más amplia de que se dispone para producir agua potable en gran escala sin exacerbar la agresión del ser humano contra el medio ambiente.

Se puede lograr producir agua limpia por desalación con energía nuclear a partir de proyectos independientes con técnicas que ya se conocen bien.

En comparación, la segunda nueva función potencialmente inmensa de la energía nucleoelectrica —el uso de la energía nuclear en apoyo al transporte accionado por hidrógeno— surgirá de un proceso de cambio sistémico radical en las economías modernas. Sin embargo, un cambio así ya puede vislumbrarse en el horizonte.

La forma más sencilla de pensar en ello es que el transporte del futuro en una sociedad basada en la energía no contaminante funcionará, sobre todo, con electricidad, y que las baterías y el hidrógeno serán las formas de almacenar esa electricidad. Sólo la energía nucleoelectrica puede suministrar las enormes cantidades de energía primaria no contaminante que requerirá este sistema.

El hidrógeno también se puede consumir sin utilizar la electricidad, y sin emisiones de carbono, en un motor normal de combus-

ción interna, y muchos automóviles de prueba ya están equipados así. No obstante, es probable que el principal uso del hidrógeno sea en celdas de combustible que catalizan la oxidación del hidrógeno para convertirlo directamente en electricidad.

El hidrógeno se puede almacenar en refrigeración criogénica a una temperatura muy baja, a alta presión o químicamente como los hidruros. En cuanto a los automóviles, se considera que el almacenamiento de hidruros tiene las mayores posibilidades.

Se espera que en 2004 estén en el mercado de vehículos automotores los primeros automóviles eléctricos de celdas de combustible de hidrógeno.

Ya hay una industria mundial muy importante que suministra hidrógeno como sustancia química utilizada en la producción de fertilizantes nitrogenados y en la conversión de petróleo crudo de baja ley en combustible para transporte. Sin embargo, este hidrógeno se hace con gas natural, lo que da lugar a emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para producir hidrógeno sin contaminación en gran escala cabe pensar en dos procesos de propulsión nuclear. A corto plazo, el hidrógeno se puede producir de manera económica por electrolisis del agua, utilizando energía nucleoelectrónica en horas de menor consumo. En el futuro, una posibilidad muy importante es la conversión termoquímica directa del agua utilizando reactores de alta temperatura.

Por supuesto, la distribución de hidrógeno en grandes cantidades para apoyar un sistema completo de transporte exigirá cambios importantes en la infraestructura. Ahora bien, los usos del hidrógeno no relacionados con el transporte inducirán esa transición.

Por ejemplo, en los Estados Unidos, ya existe un importante sistema de distribución de hidrógeno mediante oleoductos que permiten que las instalaciones de

producción estén distantes de los usuarios.

Otro paso de transición hacia un sistema íntegro de distribución de hidrógeno se deriva del hecho de que el hidrógeno se puede utilizar para pequeñas instalaciones generadoras independientes.

Por ejemplo, en un complejo residencial o de oficinas grande, tal vez sea económico producir hidrógeno in situ utilizando electricidad barata en horas de menor consumo y después convertir ese hidrógeno en electricidad para ahorrar dinero en los períodos de mayor consumo. Entretanto, zonas urbanas y suburbanas como esta podrían desempeñar la doble función de puntos de distribución local en los inicios del transporte accionado con hidrógeno.

Una de las ventajas del vínculo entre la energía nuclear y el hidrógeno es la armonía que se establece entre la generación de electricidad y la producción de hidrógeno. Hasta este momento, se ha considerado únicamente que la energía nucleoelectrónica proveedora de carga de base de electricidad. El uso del hidrógeno para almacenar energía para el transporte abre la posibilidad de explotar centrales nucleares para satisfacer la demanda de electricidad a niveles superiores —hasta en períodos de volumen máximo de trabajo— utilizando todo el excedente de energía para producir hidrógeno.

Por supuesto, el desplazamiento de una economía basada en el hidrógeno, exigirá un importante impulso de parte del gobierno a modo de usos u otras restricciones y penalidades establecidas por mandato en cuanto al carbono. Sin embargo, una vez en marcha —tan pronto como el rumbo se haya determinado y ampliamente entendido— se puede esperar que las ingeniosas fuerzas creadoras del mercado libre emprendan el vuelo para adentrarnos en ese futuro a una velocidad que podría ser impresionante.

En efecto, esa transición hacia una economía que funciona sin

energía contaminante —que incorpora plenamente el principio del hidrógeno producido con energía nucleoelectrónica— es precisamente el tipo de visión que puede entusiasmar y motivar a toda una nueva generación de ambientalistas, científicos y empresarios.

**Cambio climático catastrófico.** Esta concepción apunta al quinto y más profundo aspecto de la energía nucleoelectrónica en esta hora de la verdad: su función imprescindible si es que el mundo se propone evitar un cambio climático catastrófico.

Pasar a una economía sostenible exigirá muchos cambios en la tecnología y la conducta humana. Sin embargo, ningún aspecto del logro de la sostenibilidad es más esencial que producir grandes cantidades de energía no contaminante para la creciente población mundial.

En un escenario no realista, este reto puede enfrentarse sin otorgar una función fundamental a la energía nuclear, y sin un inmenso crecimiento mundial en la industria que la proporciona.

Pocos hechos sencillos captan las dimensiones del reto mundial. Habitados como estamos a la vieja geopolítica de la Guerra Fría, hemos demorado en reconocer que esos hechos constituyen ahora las realidades predominantes de la geopolítica del siglo XXI. Son hechos a los que ningún país puede escapar:

■ En primer lugar, en los próximos 50 años, la población mundial crecerá de 6 000 a 9 000 millones. En un mundo donde la miseria humana ya está extendida y generalizada, las necesidades insatisfechas del hombre se multiplicarán de manera drástica.

■ En segundo lugar, de aquí a 2050, a medida que los países procuran satisfacer las necesidades de esta población que crece vertiginosamente, el consumo mundial de energía se duplicará y, posiblemente, se triplicará. En ese período limitado, la humanidad consumirá más energía que

el total de la que consumió en toda su historia anterior.

■ En tercer lugar, la tasa mundial de las emisiones de CO<sub>2</sub> —que ya asciende a 25 000 millones de toneladas anuales u 800 toneladas por segundo— sigue en aumento. La acumulación de gas de efecto invernadero prevista crecerá durante el siglo XXI, a más del doble del nivel alcanzado en la etapa preindustrial.

■ En cuarto lugar, para estabilizar los gases de efecto invernadero, incluso en ese nivel tan alto y posiblemente peligroso, se requiere reducir las emisiones mundiales en 50%. Los países en desarrollo no podrán evitar emitir más gases de efecto invernadero. Por tanto, cualquier esperanza de conjurar un cambio climático catastrófico depende de que los países industrializados reduzcan las emisiones en 75%.

Esos hechos —apenas poco comprendidos por muchos de los principales dirigentes— nos indican que si la historia es un río, la humanidad está a punto de llegar al rompiente.

El Protocolo de Kyoto constituye un modesto paso hacia la adopción de medidas mundiales con relación al medio ambiente. Ahora bien, como sus objetivos limitados y el éxito dudoso se ponen de manifiesto de forma tan fehaciente, nuestras instituciones gubernamentales acaban de comenzar a responder a los grandes retos mundiales que ahora exigen un papel predominante para la energía nucleoelectrónica.

Un régimen climático serio —si se ha de desarrollar— debe ir más lejos que el establecido en Kyoto, abarcando a todos los países y empleando algunas variaciones del concepto conocido como "contracción y convergencia":

■ *Por contracción* se entiende que en el presente siglo debemos trazar una trayectoria que reducirá el total de emisiones en el mundo al menos en 50%, mientras aumentan las poblaciones y las economías.

■ *Por convergencia* se entiende que entre tanto, debemos admitir el principio de que toda persona en la Tierra tiene derecho a un nivel de emisiones per cápita igual.

Dicho de manera tan descarnada, el objetivo de lograr una contracción del 50% parece draconiano, mientras el principio de igual derecho a las emisiones parece utópico. De hecho, ambos conceptos son sumamente realistas.

En cuanto a la contracción, sólo una reducción de las emisiones en 50% ofrece alguna esperanza de impedir un cambio climático catastrófico. Con esta restricción —que supone una reducción de 75% en las economías avanzadas actuales— lo más que se logra es estabilizar los gases de efecto invernadero en el mundo en un nivel de más del doble del que había hace exactamente dos siglos.

En cuanto a la convergencia, ninguna otra cosa que no sea el principio de igual derecho a las emisiones ofrece una base para el consenso mundial del que debe depender un régimen climático eficaz. Igual derecho no significa emisiones iguales; es más bien la base para una distribución de derechos a partir de la cual se puede estructurar un sistema justo y racional de intercambio de derechos de emisión.

Un sistema basado en ese principio —y me atrevo a decir que sólo un sistema basado en ese principio— se puede destinar a la creación del sentido de equidad, la predictibilidad y los incentivos económicos sanos que se necesitan para transitar sin problemas hacia un futuro de energía no contaminante. Esos incentivos pueden funcionar de manera constructiva tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

En este esquema, el sentido de equidad y predictibilidad se crean ya desde el principio del régimen. En un momento acordado, la población de un país sería la base

para establecer el límite de sus emisiones a largo plazo, alrededor del cual estaría comprometido a seguir una trayectoria estable.

Para facilitar una transición sin tropiezos y económicamente racional hacia ese objetivo, el intercambio de derechos de emisión permitiría a los países y sociedades trazar su mejor trayectoria, vendiendo permisos, cuando sea posible, y comprándolos cuando sea necesario.

El índice de convergencia a un nivel común se diseñaría para garantizar que, durante una transición prolongada, para los países ya industrializados en su totalidad sea ventajoso comprar permisos de emisión a países menos desarrollados.

Este flujo de capital podría satisfacer el interés común por el desarrollo sostenible —y la estabilidad climática— financiando una infraestructura basada en la energía no contaminante en los países en desarrollo.

Estructurar este régimen está al alcance de la inteligencia humana. De hecho, su sencillez y viabilidad contrastan favorablemente con el caos, el desplazamiento social, el gasto enorme y la miseria humana que podría acarrear el cambio climático desmedido, a lo que ningún país sería inmune. Si alguna vez la corriente del Golfo cambiara su rumbo, como temen algunos científicos, la población de Gran Bretaña podría enterarse enseguida de lo que significa vivir en Laponia.

El avance inestable del mundo hacia el logro de cualquier régimen semejante ha sido una razón sólida para preocuparse.

Como la atención se ha centrado tanto en la política estadounidense, cabe mencionar que el concepto esencial del intercambio de derechos de emisión constituyó un valioso aporte de los Estados Unidos al proceso del cambio climático, derivado de la lograda experiencia de ese país con nuestra Ley de protección de la calidad del

aire y se introdujo en el Protocolo de Kyoto enfrentando una tenaz oposición por parte de los ecologistas europeos, quienes opinan que nada puede salir bien sin ocasionar dificultades a la colectividad.

Me apresuro a agregar que la política estadounidense actual, o la ausencia de ella, constituye una renuncia indigna al liderazgo que debe enmendarse, ya sea por el presidente Bush o su sucesor. Si, en efecto, el Protocolo de Kyoto tiene imperfecciones, como es efectivamente el caso, los Estados Unidos le debe al mundo una contrapropuesta profundamente razonada, en lugar de insistir en negar que el problema del cambio climático aún persiste.

En esta etapa de poco sirve pensar demasiado en si los Estados Unidos ratificarán el Protocolo de Kyoto. De hecho, las oportunidades son nulas y, aunque se aplicara plenamente, los compromisos inherentes al Protocolo de Kyoto representan un progreso insuficiente e incoherente hacia objetivos a largo plazo que se pueden llevar adelante con éxito sólo mediante una estrategia de elevado diseño.

Es hora de empezar a mirar *más allá de Kyoto* y preguntar qué tiempo les tomaría a todos los países del mundo —industrializados y en desarrollo— contraer el tipo de compromisos de gran alcance plasmados en el concepto de "contracción y convergencia".

Yo afirmaré que el principal obstáculo radica no en este modelo básico que ya ha demostrado ser muy atractivo, sino más bien en la ausencia de una visión generalmente aceptada de cómo se podrían cumplir de manera objetiva esos compromisos.

Una vez que una parte importante de la opinión pública mundial preste atención a esa visión —y sólo entonces— tendremos el fundamento político imprescindible para los trascendentales compromisos que este problema exige con tanta urgencia.

**Exposición de los argumentos.** *La necesidad imperiosa de esta*

*visión clara y realista nos lleva al sexto aspecto de la energía nucleoelectrónica en esta hora de la verdad: el requisito indispensable de que los argumentos a favor de la energía nuclear se expongan ahora de manera convincente y con valentía política.*

La energía nuclear enfrenta hoy dos barreras:

■ Uno de ellos consiste en que se persiste en suministrar información errónea sobre la propia tecnología, la cual abarca todas las cuestiones conocidas —y el folklore— relacionadas con la seguridad, los desechos, la proliferación y el costo.

■ Un segundo obstáculo es que no se valora completamente, ni siquiera al más alto nivel del gobierno, de toda la gravedad del problema mundial que exige con urgencia el aporte en gran escala de la energía no contaminante, que sólo la energía nucleoelectrónica puede hacer.

En muchos países, esos dos obstáculos suelen asociarse a dos aspectos del espectro político. Observamos que la izquierda política muestra una oposición a la tecnología nuclear y que la derecha política se opone a encarar con decisión los grandes problemas del medio ambiente y el desarrollo, que para resolverlos debe emplearse la energía nuclear.

Para decirlo con toda claridad, la derecha política aún no ha aceptado el problema, y la izquierda no ha adoptado aún la tecnología que es imprescindible para la solución del problema.

Una parte de este síndrome —indiferencia ante el problema— se refleja en la actual política estadounidense.

La otra parte —un enfoque descabellado respecto de la solución— se encuentra entre muchos de los participantes en las negociaciones sobre el cambio climático. Con sincera convicción nos instan a resolver un problema enorme y muy real. No obstante, la visión que ofrecen a modo de solución —una combinación de conservación y un paisaje salpica-

do de molinos de viento— está más bien arraigada en una ideología romántica que en la realidad.

Lo que nuestro mundo necesita hoy desesperadamente es una síntesis constructiva. Nuestro objetivo debe ser establecer un conjunto de opinión sólida y creciente —entre ciudadanos y políticos pasando por todo el espectro político— que admita toda la gravedad del problema que enfrentamos, a la vez que se adopte una visión que sea tecnológicamente viable.

Ya se dispone de esa visión que se refleja en una sociedad futura que evoluciona hacia una alta dependencia de la energía nucleoelectrónica y las fuentes de energía renovables para suministrar electricidad directamente y por medio del hidrógeno a fin de satisfacer sus amplias necesidades de energía.

En la creación de una coalición política que apoye esa visión, la batalla se debe llevar a cabo —ante todo, a nivel nacional— en todos los países del mundo. Dados el prestigio y la influencia de Gran Bretaña como líder mundial, una organización como la Sociedad Británica de Energía Nuclear (BNES) puede ser de inmenso valor.

Tradicionalmente, puede que haya sido suficiente considerar a la BNES una sociedad erudita. Ahora bien, es justo decir que la historia los convoca a desempeñar un papel más activo. Ustedes son los guardianes de una tecnología que su propio país y el mundo necesitan en un grado mucho mayor de lo que se suele comprender. Por tanto, les corresponde alistarse como tropas de primera línea en la batalla por la comprensión y el apoyo del público.

Nuestro objetivo en la Asociación Mundial de Energía Nuclear es ayudarlos a ustedes y a otros —de todas las formas posibles— a llevar a cabo esta batalla hasta la victoria total.

No considero nada exagerado decir que el futuro mismo de nuestro mundo depende de ello. □

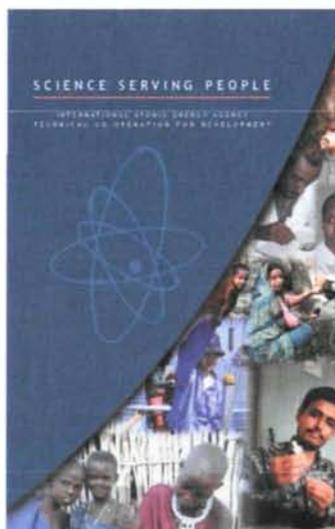
# LA CIENCIA AL SERVICIO DEL PUEBLO

PROYECTOS RESPALDADOS POR EL OIEA AYUDAN A PAÍSES A EMPLEAR LOS INSTRUMENTOS APROPIADOS PARA COMBATIR PROBLEMAS DE LA ALIMENTACIÓN, LA SALUD Y EL AGUA.

En un nuevo folleto titulado *La ciencia al servicio del pueblo* (*Science Serving People*), figuran artículos sobre la positiva influencia que ejercen los proyectos respaldados por el OIEA en muchos de los países más pobres. En los artículos se describen las aplicaciones de la ciencia y la tecnología nucleares en el marco de la cooperación técnica para superar los problemas de la escasez de agua y de alimentos, la malnutrición, la malaria, la degradación ambiental y muchos otros. En ellos también se ilustra cómo las iniciativas complementarias del OIEA en materia de desarrollo, seguridad tecnológica y seguridad física promueven el concepto de átomos para la paz en el mundo en desarrollo.

En la introducción del folleto, el Director General del OIEA, Dr. Mohamed ElBaradei, señala que en los albores del siglo XXI, la pobreza extrema y las privaciones siguen siendo un problema de enormes proporciones. Mediante las asociaciones eficaces, la colaboración en las investigaciones y la orientación estratégica, el Organismo contribuye a las actividades mundiales dirigidas a ayudar a los pobres. Manifestó que los programas del OIEA han entrado en una etapa importante, en la que los aportes científicos a los Estados Miembros reportan beneficios muy sustanciales a la humanidad.

Jeffrey Sachs, director del Instituto de la Tierra de la Universidad de Columbia, Estados Unidos, y asesor especial de Kofi Annan, Secretario General de las Naciones Unidas, recalca que es evidente que se debe movilizar mejor la ciencia y la tecnología para satisfacer las necesidades de los pobres. En el prólogo del folleto, el Sr. Sachs señala que los organismos de las Naciones Unidas, por ejemplo el OIEA, tienen una importante función



que desempeñar. Apunta que esto es especialmente de esa manera, si contribuyen a tender un puente entre las actividades de los centros científicos de los países adelantados y de los países en desarrollo y si ayudan a aprovechar los progresos de la ciencia mundial en beneficio de pobres y ricos. Concluye que los países ricos deberían aumentar el apoyo a aquellas organizaciones de las Naciones Unidas que pueden ayudar a resolver los singulares problemas que enfrentan las personas más pobres del mundo.

En el nuevo folleto figuran artículos sobre la ordenación de los recursos hídricos, la promoción de la seguridad alimentaria, la ciencia al servicio de los problemas de salud, los nuevos instrumentos de ordenación ambiental y el fortalecimiento de la seguridad tecnológica y la seguridad física. Se pueden obtener ejemplares del folleto en el Departamento de Cooperación Técnica del OIEA. Los artículos también se publican en línea por el sitio WorldAtom de la web del Organismo, en <http://www.iaea.org/worldatom/Press/Booklets/Ssp/index.html>.

## ANÁLISIS EXHAUSTIVO DE LAS FLORACIONES DE ALGAS: DETECTAN TOXINAS CON MÉTODOS NUCLEARES

Filipinas - De repente, en los primeros días de febrero de 2002, el sabalote comenzó a salir a la superficie de las turbias aguas del océano. Cientos de toneladas de sabalote (conocido en la localidad como bangus), valoradas en decenas de millones de dólares estadounidenses, morían en cestas y nasas y comenzaban a descomponerse en masa en las playas de la zona. (Véase la foto de la página siguiente.) La ciudad costera de Bolinao, en el oeste de Luzon —una de las fuentes principales de alimentos marinos frescos de la región metropolitana de Manila—, pasaba rápidamente de la prosperidad a convertirse en una zona de desastre económico y ambiental. El Ayuntamiento de Bolinao declaró el estado de emergencia en la ciudad.

La profesora Rhodora Azanza, del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Filipinas (UPMSI), manifestó que sabíamos que la fuerte concentración de la acuicultura en la zona la haría en extremo vulnerable a las floraciones de algas en algún momento. Sin embargo, la intensidad y la magnitud de la mortandad de peces rayaba en lo inaudito, y las características de la explosión fitoplanctónica que provocó el daño continuaron siendo un misterio.

Era de suma importancia desentrañarlo. Algunas floraciones de algas están cargadas de



una toxina que puede concentrarse en mejillones, almejas y otros mariscos y ser perniciosa para los consumidores.

Los científicos denominan esas variedades floraciones de algas nocivas (HAB). Una de las afecciones que pueden provocar es la parálisis tóxica de los moluscos (PSP), que se caracteriza por ocasionar la muerte por paro respiratorio. La Dra. Azanza y su equipo del UMPSTI comenzaron a trabajar rápidamente en el análisis del agua y de muestras de mariscos en su laboratorio de la ciudad de Quezon. A los pocos días y gracias a un potente microscopio suministrado por el OIEA, pudieron comunicar a las personas interesadas que un fitoplancton, el *Prorocentrum minimum*, era la causa de las floraciones. Si bien ello había contribuido a que murieran muchos peces, no ofrecía peligro de causar efectos tóxicos para los seres humanos.

Aunque fue una buena noticia para los consumidores de alimentos marinos de Filipinas, el incidente apunta a un conjunto mucho más amplio de problemas ambientales que están lejos de resolverse. Con más de 7000 islas dispersas a lo largo de miles de kilómetros cuadrados de mares tropicales, Filipinas es un paraíso para los pescadores, así

como un lugar ideal para la acuicultura y el cultivo de alimentos marinos en medios artificiales. En efecto, la producción pesquera de Filipinas sobrepasó los tres millones de toneladas métricas en el año 2000 y el crecimiento de la acuicultura representó un aumento vertiginoso del 10,6% anual en el subsector más dinámico.

Sin embargo, con el crecimiento de la acuicultura costera durante los dos últimos decenios, la incidencia de "mareas rojas" como la de Bolinao y las floraciones de algas tóxicas que provocan la PSP han estado aumentando rápidamente. Se sabe que ahora hay 17 zonas costeras a lo largo del país que se han visto afectadas por un agente algal, conocido como *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*, y se han notificado unos 1800 casos de PSP y más de 110 muertes durante el período.

El organismo gubernamental encargado de dar seguimiento a las HAB es la Oficina de pesca y recursos acuáticos (BFAR) de Filipinas, que ha creado estaciones de vigilancia en gran parte del país y un laboratorio central para realizar ensayos sobre la toxicidad del agua y los mariscos. Fe Bajarias, especialista superior en acuicultura de la BFAR, que ahora dirige un Grupo de Trabajo nacional interinstitucional

sobre las mareas rojas, plantea que nuestros laboratorios mantienen una vigilancia permanente para garantizar la seguridad de las personas. Debido a las floraciones de algas potencialmente tóxicas, hemos establecido una veda total de mariscos en tres zonas costeras. Nuestro sistema de alerta está funcionando, pero nuestros métodos de prueba y análisis se beneficiarían con conocimientos más avanzados y tecnologías de ensayos.

Los laboratorios de ensayos en mariscos de la BFAR cuentan con una técnica probada y exacta —aunque algo rudimentaria— para inyectar a ratones de laboratorio el presunto concentrado de toxinas de mariscos y medir el tiempo que tardan los animales en morir. El método de "bioensayo en ratones vivos" se ha empleado durante decenios en toda la región de Asia y el Pacífico, aun cuando su nivel de especificidad en cuanto a la determinación de las toxinas es mediocre en el mejor de los casos.

Elvira Sombrito, jefa de investigaciones químicas del instituto de investigaciones nucleares de Filipinas (PNRI), explica que el bioensayo en ratones es muy impreciso y los pescadores se quejan de que las vedas se establecen, a pesar de que sus productos son totalmente inocuos para el consumo. Añade que a Filipinas ha correspondido más de la mitad de los casos de HAB ocurridos en toda la región en años recientes. Es evidente que necesitamos medios más rigurosos y precisos, así como más humanos para determinar qué muestras son inocuas y cuáles son tóxicas para los seres humanos.

Desde 1997, en el marco de un proyecto de cooperación técnica del OIEA, se ha venido trabajando para transferir un método científicamente más avanzado y preciso —la tecnología de análisis

radiométrico receptor-ligando—, con objeto de ayudar al gobierno a evaluar las toxinas de mariscos que resultan de las "mareas rojas" tóxicas cada vez más frecuentes.

Las opiniones de Elmeterio Hopio, presidente de la cooperativa de pescadores de Paranague en la costa suroeste de la bahía de Manila, dan incluso más crédito a las de la Sra. Sombrito. La cooperativa del Sr. Hopio, integrada por 81 propietarios de embarcaciones, es la mayor fuente de mejillones frescos para los consumidores de la zona metropolitana de Manila. El Sr. Hopio manifiesta que los resultados de los ensayos y la información proveniente del gobierno no son muy buenos ni fiables. Agrega que la mayor parte de nuestros miembros desconfían mucho de los resultados. No cabe duda de que las Naciones Unidas podrían ayudarnos si trabajaran con la BFAR para que los ensayos en mariscos sean más precisos y fiables.

Eso es precisamente lo que el UPMSI se ha propuesto hacer en colaboración con el PNRI, la BEFAR y el programa del OIEA.

Rhodora Azanza, especialista del UPMSI, advierte que las HAB constituyen un problema ambiental que ha surgido con rapidez a partir del crecimiento de la industria acuícola y todo indica que se va a exacerbar con el paso del tiempo. Nos vemos obligados con los consumidores filipinos y extranjeros a brindar la evaluación más exacta de los riesgos para la seguridad respecto de nuestros productos marinos. La mejor forma de garantizarlo es adoptar, con el tiempo, la técnica de ensayo de enlace del receptor utilizando saxitoxina marcada con tritio.

El PNRI y el UMPSI han estado haciendo grandes progresos en la adopción del nuevo

método y ya están prestando servicios de ensayo y análisis de apoyo a los laboratorios convencionales que tiene la BFAR. La profesora Azanza señala que nos encontramos aún en las fases experimentales de adoptar este enfoque avanzado. Sin embargo, esperamos que dentro de unos años la técnica nuclear asuma el liderazgo en cuanto a garantizar la seguridad del público.

Un ensayo mejorado puede aportar resultados inmediatos en función de reducir las intoxicaciones humanas y la persistente incertidumbre del consumidor después de un incidente grave por HAB. Es obvio que se necesitará mucho más que sólo una mejor tecnología para lograr un equilibrio más sostenible en la industria acuícola de Filipinas. Sandra Arcarno, jefa de ordenación de recursos pesqueros de la BFAR, explica que pueden ocurrir incidentes devastadores como el de Bolinao porque a los gobiernos locales se les encomienda reglamentar la economía local y el medio marino. Podemos proporcionar el asesoramiento técnico fundamental, pero a las autoridades locales corresponde aplicar debidamente los planes ambientales asignados.

La difusión intensiva de las recientes muertes en masa de peces en los medios de comunicación y un diálogo sobre política más específico a nivel nacional comienzan a poner en tela de juicio algunos métodos de la producción acuícola actualmente generalizados, como grandes concentraciones de peces en cestas y nasas, unido a abundantes insumos de nutrientes artificiales. Desde luego, habrá que determinar otros métodos ecológicamente más racionales, si los habitantes de las zonas costeras de Filipinas han de vivir del mar en forma sostenible.

## PROTECCIÓN DEL GUARANI: MEJORAMIENTO DE LA ORDENACIÓN DE LAS VALIOSAS AGUAS SUBTERRANEAS DE AMÉRICA DEL SUR.

*América del Sur* -- El Guarani es el mayor acuífero de América del Sur. Sólo en el Brasil tiene una extensión de 1,2 millones de kilómetros cuadrados, la misma de Inglaterra, Francia y España juntas. La Argentina, el Brasil, el Paraguay y el Uruguay comparten el sistema que ya abastece a unos 15 millones de personas en la región. (Véase la foto de la página siguiente.) Las estimaciones óptimas muestran que el Guarani contiene suficiente agua para abastecer a 360 millones de personas de forma sostenible. En la actualidad, unas 500 ciudades y centros urbanos en todo el Brasil extraen agua del Guarani.

Como el consumo doméstico, industrial y agrícola del agua aumenta rápidamente, el continente recurre cada vez más a las aguas subterráneas que son particularmente valiosas porque no suelen requerir tratamiento químico. Sin embargo, el Guarani es un recurso único que se debe someter a una ordenación estratégica y proteger para garantizar su sostenibilidad.

Karin Kemper, especialista en recursos hídricos del Banco Mundial, manifiesta que el sistema acuífero El Guarani es un magnífico ejemplo de masa de agua internacional amenazada por la degradación ambiental. Sin una mejor ordenación, es probable que el acuífero se contamine y agote a un ritmo acelerado. La explotación no controlada podría hacer que de una reserva estratégica de agua pase a ser un recurso degradado, lo que constituye un foco de conflicto en la región.

Este es el principal desafío que enfrentan cuatro gobiernos nacionales junto con el Fondo

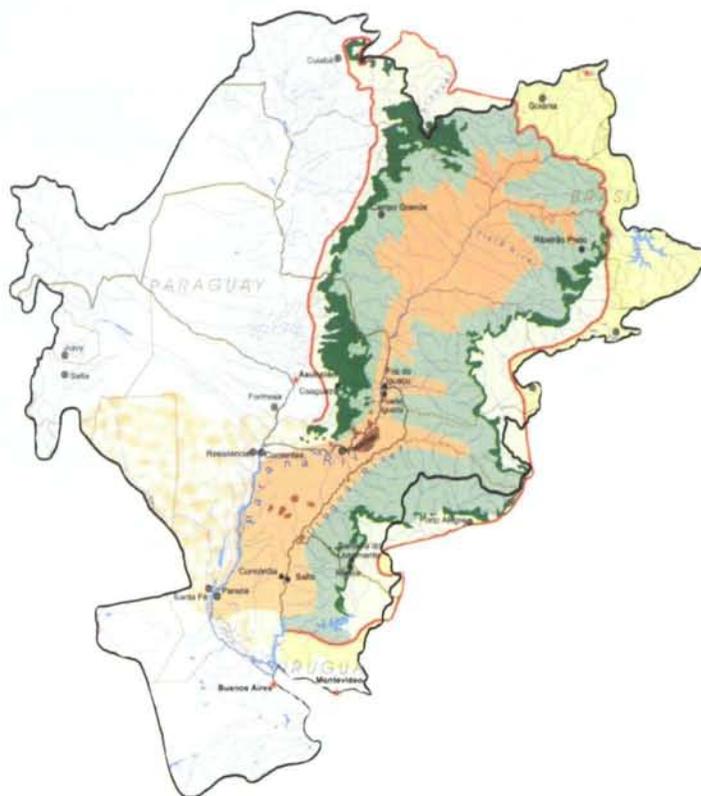
para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), consorcio de financiación bajo la administración conjunta del PNUD, el PNUMA y el Banco Mundial. Una subvención del FMAM de 27 millones de dólares ayuda a garantizar que, ante la creciente escasez y la contaminación de las aguas de superficie, el acuífero esté protegido y disponible como importante reserva para el futuro.

El proyecto del FMAM apoya la creación de un marco institucional y técnico común para la ordenación del Guaraní. Ello entraña consolidar los conocimientos científicos, aplicar un plan de ordenación y aumentar la participación de los interesados en el asunto por medio de la comunicación y la educación ambiental.

Los gobiernos y el FMAM han procurado la ayuda del OIEA para emplear las técnicas analíticas de hidrología isotópica. Esos métodos facilitan medir e interpretar sistemáticamente la información hidrológica que no puede obtenerse por otros medios. La hidrología isotópica ofrece un conjunto de instrumentos únicos que suelen ser los más rentables y los más fáciles de utilizar. Normalmente, la información isotópica se combina con otras informaciones hidrológicas a fin de promover una comprensión amplia de lo que es un sistema de aguas subterráneas y proporcionar una sólida base científica para adoptar decisiones en materia de ordenación.

La principal amenaza que enfrentan los acuíferos proviene de la contaminación no controlada en su extracción y las zonas de recarga. La participación del OIEA contribuye a que se comprenda mejor esas posibles amenazas.

Laurence Gourcy, de la Sección de Hidrología Isotópica del OIEA, explica que esta es una oportunidad única para hacer un aporte considerable a la



protección del acuífero El Guaraní garantizando la calidad de los análisis y la fiabilidad de los laboratorios y de los conocimientos en materia de isótopos. Es imperiosa la necesidad de establecer una mejor colaboración internacional respecto de las actividades relacionadas con la hidrología isotópica.

El componente del proyecto del OIEA aumenta los conocimientos en diferentes esferas científicas:

- definición de las peculiaridades hidrodinámicas fundamentales del acuífero;
- evaluación de la calidad del agua y diferenciación de las modalidades de contaminación en cuanto a origen, repercusiones y vías de los contaminantes;
- mejoramiento del análisis del origen, edad y evolución de las aguas subterráneas, condiciones de contorno, características de la recarga y la descarga y carácter geotérmico; y

■ creación de una amplia base de datos multilateral exhaustiva que habrá de compartirse entre los cuatro países.

El OIEA también apoyará la capacitación especializada y la participación de expertos internacionales para consolidar las aplicaciones en toda la región. Laurence Gourcy del OIEA manifiesta que los científicos en misión están concluyendo actualmente un inventario de pozos, creando una red de vigilancia, determinando los parámetros clave que se medirán, ofreciendo capacitación técnica al personal y preparando un mapa hidrogeológico y un modelo conceptual. Dentro de unos años, esperamos tener un amplio sistema de información funcionando a plenitud para proteger El Guaraní de las fuentes de contaminación más peligrosas.

Al aumentar la capacidad de las instituciones locales para manipular instrumentos científi-

cos y tecnológicos más avanzados, el OIEA ayuda, por consiguiente, a América del Sur a cumplir el objetivo de lograr una ordenación amplia y sostenible de sus valiosas reservas de agua.

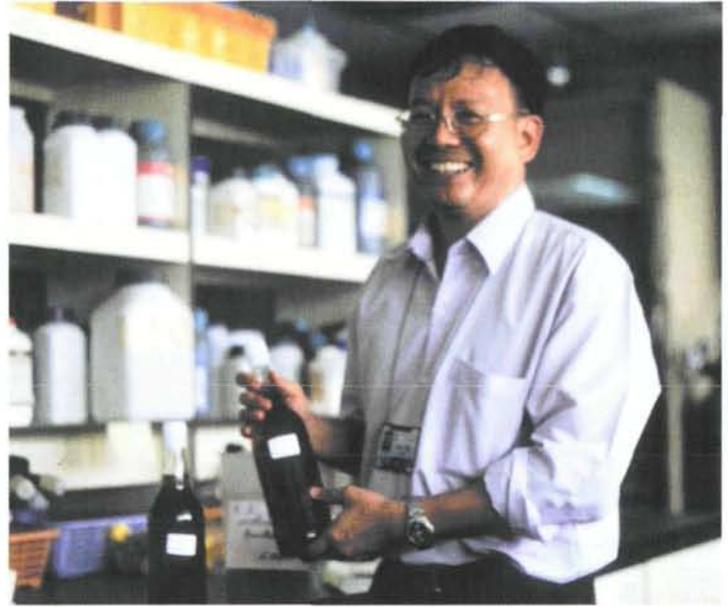
## VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA FORTIFICACIÓN: LUCHA DE TAILANDIA CONTRA EL "HAMBRE OCULTA"

*Tailandia* - El continente asiático sigue siendo una de las mayores concentraciones de pobreza y hambre en el mundo. Sin embargo, algunos países han hecho notables progresos en la eliminación de la malnutrición proteinoenergética. Los ingresos y niveles de vida en la mayor parte de Tailandia han aumentado de forma impresionante en las últimas décadas, y la malnutrición proteinoenergética, muy extendida en otros tiempos, se ha reducido de manera drástica.

Ahora bien, ello no basta para satisfacer al abnegado personal del Instituto de Nutrición de la Universidad de Mahidol, situado en las afueras de Bangkok. Los destacados científicos del Instituto están ávidos de nuevos conocimientos y tecnologías que puedan utilizarse para luchar contra el "hambre oculta" en beneficio de los tailandeses y de las personas del mundo en desarrollo.

Emorn Wasantwisut, profesor del Instituto, señala que aún tenemos focos de malnutrición y deficiencias de micronutrientes en Tailandia, sobre todo en las empobrecidas regiones del norte y el nordeste del país. Somos los encargados de crear métodos novedosos y prácticos para abordar esos problemas mediante nuestras actividades de investigación y colaboración.

Uno de los métodos que el Instituto ha utilizado para lograr una mejor nutrición en todos los



grupos de ingresos es la fortificación de los alimentos de primera necesidad en el régimen alimentario de los tailandeses. Los experimentos orientados a añadir micronutrientes básicos a varios alimentos populares comenzaron a principios del decenio de 1990, y se constituyó un comité especial de los sectores público y privado presidido por el Ministerio de Salud Pública para facilitar la comercialización de las mejores fórmulas de fortificación.

El Dr. Visith Chavasit, subdirector del Instituto, explica que nuestra labor inicial se centró en la triple fortificación de fideos instantáneos preempaquetados porque es una 'comida rápida' que suelen consumir muchos tailandeses, ricos y pobres por igual. (Véase la foto de esta página). Convencimos a varias fabricas del valor comercial del condimento para fideos fortificado con hierro, yodo y Vitamina A, y estuvieron dispuestos a aceptar el desafío de lograr que sus productos sean más nutritivos. Ahora, la triple fortificación se aplica en el 60% o el 70% de todos los paquetes de fideos.

Sin embargo, como todo químico especializado en alimentos sabe, añadir nutrientes a los alimentos puede alterar el gusto y la

apariencia y dejar de atraer a los consumidores. El Dr. Chavasit explica que cuando se añadió hierro elemental a la salsa de pato para fideos, ésta se oscureció y adquirió un sabor algo desagradable. Seguimos buscando la mejor fuente de alimento para suministrar micronutrientes indispensables.

La clave de la "biodisponibilidad es hacer más complejo el proceso de fortificación, es decir, qué parte del aditivo realmente absorbe y utiliza el cuerpo humano. Por ejemplo, hay numerosas formas de hierro para escoger, y los científicos deben hacer experimentos con diversas combinaciones alimentarias para determinar qué formas son útiles desde el punto de vista nutricional, rentables y aún atractivas para los consumidores. Por ejemplo, el hierro elemental barato se absorbe a una proporción del 10% al 50%, mientras que el sulfato ferroso más costoso suministra un hierro que puede absorberse casi en un 100%.

A partir de 1999, los investigadores del Instituto comenzaron a colaborar con el OIEA mediante un proyecto regional en el que participan siete países asiáticos, todos en el análisis de

la biodisponibilidad de micronutrientes que aportan los alimentos básicos fortificados.

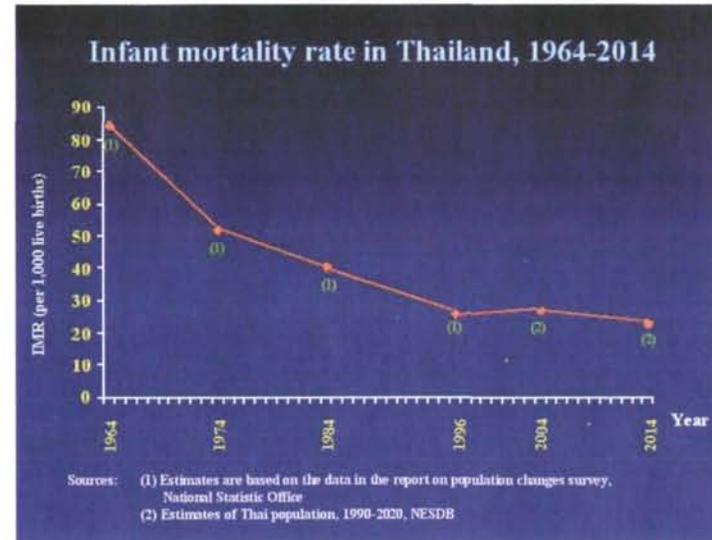
El Dr. Wisantwisut explica que la salsa de pescado es el ingrediente más común de la cocina tailandesa. Suponemos que si pudiéramos encontrar la fórmula apropiada para fortificar la salsa de pescado barata con hierro y yodo, tendríamos el medio perfecto para mejorar el régimen alimentario y la salud de incluso los tailandeses más pobres.

De este modo, durante los últimos dos años, el personal del Instituto ha estado experimentando con nueve formas diferentes de fortificantes de hierro en salsa de pescado. Los ensayos comprenden no sólo el sabor y la apariencia del producto mejorado, sino también su tolerancia en un entorno real. El equipo del Instituto preparó y degustó unos 1200 platos locales para examinar a fondo las salsas mejoradas.

El Dr. Chavasit dice que la fórmula para la salsa de pescado es antigua y el producto lo fabrican numerosas compañías pequeñas y grandes. Encontramos cuatro fabricantes dispuestos a trabajar con nosotros en la fase experimental.

Una de esas compañías es Rayong Fish Sauce Industry Ltd., propiedad de una familia y dirigida por ella con 40 años de experiencia. Kawin Yongsawasdigul, director de comercialización, indica que empezamos a trabajar con el Instituto en la fortificación de la salsa hace unos cinco años y ahora nos proponemos comercializar el producto dentro de un año. El Sr. Yongsawasdigul agregó que no se entiende muy bien el valor de la fortificación y que hay que educar más al público en cuanto a la nutrición. El sector privado solo no puede encargarse de ello.

"Squid Brand" es la segunda marca de salsa de pescado más popular en Tailandia. Su fabricante, Thai Fish Sauce Factory, también ha participado en la pri-



mera investigación del Instituto. La Sra. Poraya Jiramongkollarp, directora ejecutiva adjunta, dice que este proceso de fortificación es nuevo para nosotros y muy bueno para los tailandeses. Estamos recibiendo un apoyo técnico excelente y cooperación de parte de nuestros colegas de Mahidol.

Sin embargo, no se sabe si algo es bueno —en este caso, la salsa— hasta que se pone a prueba. La medida final de cuál fórmula es más eficaz desde el punto de vista nutricional llevará al Instituto a entrar en una nueva etapa de su investigación.

El Dr. Wisantwisut dice que las pruebas que hemos realizado en seres humanos darán la medida de la biodisponibilidad del hierro en los mejores fortificantes para la salsa de pescado. Indica que será la primera vez que trabajemos con isótopos estables como trazadores. Estamos verdaderamente entusiasmados con la adquisición de esas nuevas capacidades pues el análisis isotópico es, en realidad, lo más novedoso en nuestro campo.

Los ensayos se realizarán en mujeres en edad de procrear, segmento de la población más vulnerable a la anemia por carencia de hierro. El Dr. Wisantwisut señala que lo pudiera tomar años para aprenderse mediante la observa-

ción puede lograrse en cuestión de semanas con los isótopos. Las autoridades no quieren oír la palabra "quizás" cuando hacen una pregunta científica. Pronto podremos responderles con seguridad utilizando isótopos.

La colaboración entre el Instituto de Nutrición y el OIEA ha atraído la atención del Banco Asiático de Desarrollo (BAsD), que ya está ayudando a unos 14 países asiáticos a utilizar combinaciones de fortificación y biofortificación para satisfacer las necesidades de macronutrientes y micronutrientes.

El Dr. Joseph Hunt, del BAsD, explica que invitamos al OIEA a unirse a los programas regionales alimentarios del BAsD en calidad de asesor y asociado; ello abrirá nuevas posibilidades en cuanto al uso de isótopos estables para medir el contenido de nutrientes de todos los alimentos elaborados y las semillas biofortificadas de arroz, trigo y otros productos de primera necesidad y servirá de ayuda en la pujante industria biotecnológica. El análisis de la trayectoria de los nutrientes es una contribución especial del OIEA a las actividades del BAsD en la región, y el Banco, a su vez, necesita un socio que pueda generar técnicas y métodos analíticos en la región. □

# DESECHOS RADIATIVOS: LO QUE PIENSA EL PÚBLICO

## ENCUESTAS EN EUROPA Y ESTADOS UNIDOS INDAGAN LA OPINIÓN PÚBLICA

**E**n el pasado año, los resultados de varias encuestas revelaron la actitud del público hacia los desechos radiactivos y su disposición final. Se trata de las encuestas realizadas en Europa y los Estados Unidos, donde se encuentra la mayoría de las centrales nucleares del mundo. En el presente artículo, se informan las principales conclusiones.

En abril de 2002, la Comisión Europea, por conducto de su colección Eurobarómetro, realizó una encuesta sobre la comprensión del público acerca de los desechos radiactivos y su actitud al respecto. La encuesta se efectuó entre el 13 de octubre y el 19 de noviembre de 2001 en los 15 Estados Miembros de la Unión Europea y se entrevistó a casi 16 000 personas.

En los casos pertinentes, se compararon los resultados de la encuesta con los de un estudio similar realizado a finales de 1998 para verificar si se operaron cambios notables en los niveles de comprensión y opiniones en la esfera. En los resultados notificados en el presente artículo, los porcentajes citados se refieren en general a toda la muestra encuestada y no únicamente a los que expresaron una opinión. En los casos en que hay gran cantidad de "no sé", los resultados también podrían citarse como porcentaje de personas que realmente expresaron una opinión.

**Información sobre desechos radiactivos.** Se pidió a los encuestados que evaluaran por sí mismos cuán bien informados estaban sobre el tema: desde "muy bien informado" hasta "nada bien informado". Hay diferencias entre los hombres y las mujeres y, por lo general, los

hombres se consideran que están mejor informados, al igual que piensan los que poseen mayor nivel de instrucción. Se observan tendencias similares en los encuestados con un elevado nivel de exposición a los medios de difusión. Al comparar a cada uno de los países, se evidencian grandes variaciones en las cifras promedio de la UE. Por ejemplo, en la categoría de "nada bien informado", se advierte una variación muy grande entre los encuestados en Bélgica (48%), Portugal (47%) y España (43%) en comparación con países como Dinamarca (10%), Suecia (12%) y Finlandia (16%). Al comparar la encuesta de 1998 con la de 2001, se observa un cambio mínimo en las cifras totales de los países de la UE.

**Confianza en las fuentes de información.** La encuesta evaluó lo que se consideraba fuentes de información fiables sobre este tema, tanto en lo tocante a la situación en el país de origen de los encuestados como a la de otros países de la UE. En cuanto al país de origen de los encuestados, las fuentes más fiables en toda la UE son los científicos independientes (32%) y las ONG (31,4%). Las fuentes menos fiables son la propia industria nuclear (10,2%) y la UE (11%). En cada país, las ONG suecas son las más fiables (70,1%) y las portuguesas las

menos fiables (19,1%). De los científicos independientes, los italianos son los menos fiables (15,7%) y los daneses los más fiables (49,5%).

La UE y la industria nuclear gozan en general del mismo nivel de fiabilidad. En cuanto a la UE, las respuestas oscilan entre Finlandia (6,1%) y Suecia (19,9%). En Suecia también se muestra un creces que existe el mayor nivel de confianza en la industria nuclear (36,2%), y en Italia y Austria el menor nivel (4,4%).

Al reflexionar sobre una pregunta comparable en términos generales de la encuesta de 1998, los gobiernos nacionales (45,2%) eran las fuentes más fiables de información para los ciudadanos de la UE, seguidos de cerca por los medios de difusión (42,5%). El 22% de los encuestados consideraba fiables a los departamentos del medio ambiente de la UE. Los partidos políticos (10,8%) y "otras fuentes" (3,8%) eran las fuentes menos fiables.

Desde la última encuesta, se considera que los organismos nacionales encargados de la gestión de los desechos radiactivos son fiables en Suecia (59,5%), pero no lo son tan así en España (14,4%). Ahora bien, esos órganos quizás no sean muy conocidos en muchos países, y en otros (por ejemplo, Dinamarca, 45,5%) se consideran

---

*La dirección y organización de la encuesta de la Comisión Europea estuvo a cargo de la Dirección de Prensa y Comunicaciones, que presentó su informe el 19 de abril de 2002 como Eurobarómetro 56.2: "Los europeos y los desechos radiactivos (Eurobarometer 56.2: "Europeans and Radioactive Waste"). Para más información, véanse las páginas de la Comisión Europea en la Web, en [http://europa.eu.int/comm/public\\_opinion](http://europa.eu.int/comm/public_opinion). En junio de 2002, el Instituto de Energía Nuclear, en asociación con Bisconti Research, Inc. de los Estados Unidos de América, rindió un informe de las encuestas realizadas en los Estados Unidos. Puede obtenerse más información en [www.nei.org](http://www.nei.org).*

## CONFERENCIA DEL OIEA EVALÚA PROGRESOS A NIVEL MUNDIAL

El OIEA celebró una Conferencia Internacional sobre cuestiones y tendencias en la gestión de desechos radiactivos en Viena, Austria, del 9 al 13 de diciembre de 2002. Las organizaciones asociadas fueron la Comisión Europea y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. La Conferencia reunió a expertos de todo el mundo con el propósito de fomentar el intercambio de información sobre cuestiones de actualidad y promover la cohesión internacional en torno a estrategias y criterios para encontrar soluciones al respecto.

En las sesiones se evaluaron los progresos —en particular las decisiones adoptadas en los Estados Unidos de América y Finlandia con respecto a la disposición final permanente de los desechos de actividad alta— y se centró la atención en las cuestiones y problemas que aún deben resolverse, en la actitud y el papel del público en la adopción de decisiones.

Algunas cuestiones técnicas no resueltas guardan relación con la disposición final subterránea de los desechos, como por ejemplo, determinar las consecuencias en materia de seguridad de los medios técnicos que se proporcionen para la recuperación de desechos de los repositorios, argumentar el por qué de la seguridad en el futuro a largo plazo y prever la vigilancia y el control a largo plazo de los repositorios de desechos, así como la constancia de su existencia.

En algunos países, el almacenamiento superficial de los desechos radiactivos se considera una estrategia de gestión a largo plazo fundamentalmente debido a las demoras y las dificultades para establecer repositorios subterráneos. Al propio tiempo se plantean dudas en cuanto a la seguridad y la sostenibilidad de ese enfoque.

Algunos tipos de desechos radiactivos de período largo y las consecuencias conexas en materia de seguridad de los planes de disposición final han suscitado preocupación entre los que pueden verse afectados por esas instalaciones. Por esos motivos, el tema de la gestión de los desechos radiactivos ha ganado preponderancia en muchos países. Con los años, se ha adquirido mucha experiencia y hoy en día una importante característica común, reconocida en todos los programas, es la participación de los interesados directos en el proceso de adopción de decisiones con respecto a la selección y el desarrollo de emplazamientos para repositorios.

En casi todos los países, existen pequeñas cantidades de desechos radiactivos. Aunque se pueden encontrar fácilmente soluciones para la mayoría de los tipos de desechos, la gestión de algunos tipos de desechos de poco volumen muy activos y de período largo, a saber, las fuentes selladas en desuso y el combustible para reactores de investigación, pueden cons-



tituir un problema, especialmente para países pequeños con recursos limitados. Por ejemplo, el aumento de la seguridad tecnológica y la seguridad física de las fuentes de radiación es una esfera en la que se están adoptando varias iniciativas internacionales.

Las políticas sobre las descargas de efluentes radiactivos gaseosos y líquidos de actividad baja se están sometiendo a examen y se está trabajando con miras a reducir las descargas para acercarlas aún más a cero. En ese contexto, gracias al Convenio OSPAR se están logrando cambios en las políticas de descargas de efluentes de muchos países europeos.

Todavía hay que desactivar los residuos de desechos radiactivos del pasado. Entre ellos cabe mencionar los residuos de actividades anteriores relacionadas con la extracción y el tratamiento de uranio y torio y el procesamiento y uso del radio que aún existen muchas veces en bruto. Existen problemas relacionados con la búsqueda de medios técnicos idóneos de disposición final que sean, al mismo tiempo, económicos y seguros a largo plazo. Otra cuestión conexas es la necesidad de ajustar a las normas actuales algunos sistemas de almacenamiento y disposición final más antiguos, que se diseñaron y pusieron en marcha de acuerdo con las normas anteriores.

El régimen de seguridad internacional abordará, al menos en parte, muchas de esas inquietudes. Se ha ido conformando gradualmente y abarca un instrumento jurídico internacional específico, que trata acerca de la seguridad de los desechos radiactivos a nivel internacional (la Convención mixta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos), normas de seguridad internacionalmente aprobadas, y programas de examen, asesoramiento y asistencia facilitados por el OIEA.

Para información actualizada sobre la Conferencia, consulte el sitio web de WorldAtom del OIEA, en [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

*Pie de foto: El Sr. Abel González, del OIEA, fue uno de los oradores principales el día de la apertura de la Conferencia.*

*Cortesía: Calma/OIEA.*

## ENRIQUECIMIENTO DEL DEBATE PÚBLICO

Los países hacen cada vez mayor hincapié en la participación del público como "interesados directos" en el debate sobre las soluciones para la gestión de los desechos radiactivos.

**Participación del público.** En talleres recientemente organizados por la Agencia para la Energía Nuclear en París, Francia, en torno al tema titulado "Confianza de los interesados directos y disposición final de los desechos radiactivos", se analizaron cuestiones relacionadas con el papel y la actitud del público en el proceso de adopción de decisiones.

Entre otras se llegó a la conclusión de que los expertos y los legos tienen diferentes percepciones acerca de los riesgos que se deben comprender y tomar en consideración. Otra conclusión fue que la participación temprana de los interesados directos es un factor clave para fomentar la confianza en las soluciones, y que el interés del público en la participación solo se puede mantener si los interesados directos creen que pueden influir en las decisiones fundamentales. Un estudio de casos analizado fue la experiencia de Finlandia, donde el Parlamento ratificó una decisión en principio sobre la disposición final del combustible gastado.

Puede obtenerse más información en Internet, en [www.nea.fr](http://www.nea.fr). Los países miembros de la AEN son Alemania, Australia, Austria, Bélgica, el Canadá, Dinamarca, Eslovaquia, España, los Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, el Japón, Luxemburgo, México, Noruega, los Países Bajos, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República de Corea, Suecia, Suiza y Turquía.

**La opinión pública en Francia y el Reino Unido.** Las autoridades gubernamentales en Francia y el Reino Unido han encargado la realización de encuestas en los últimos años con miras a evaluar la actitud hacia la disposición final de los desechos radiactivos. En Francia, según informes de su Comisión de la Energía Atómica (CEA), entre el 65% y el 77% de los encuestados respaldó la creación de un vertedero para la disposición final de desechos en Francia. Para más información consulte [www.cea.fr](http://www.cea.fr).

En el Reino Unido, en un informe de 2002 de Future Foundation, empresa de investigaciones, se examinó la actitud del público con respecto a la gestión futura de los desechos radiactivos en el país. El estudio concluyó que la comprensión del público sobre la cuestión de los desechos radiactivos era muy baja. La inmensa mayoría de los encuestados quería más información sobre el tema, y hubo un apoyo generalizado a una mayor participación del público en el debate en torno a la gestión de los desechos radiactivos. Se puede obtener más información en [www.nirex.uk](http://www.nirex.uk).

fiables, aun cuando en realidad no existe ninguno.

Posteriormente, la encuesta de 2001 analizó las fuentes que según los ciudadanos de la UE eran fiables en cuanto a la información sobre los desechos radiactivos en otros países de la UE.

Al igual que en el caso nacional, los científicos independientes (26,7%) y las ONG (25,7%) resul-

taron las fuentes más fiables. La industria nuclear (7,8%) y los gobiernos nacionales (9,1%) son las menos fiables. Sin embargo, ahora la confianza ha aumentado notablemente al 21% en la UE.

**Conocimientos básicos acerca de los desechos radiactivos.** Al preguntar a los encuestados si las centrales nucleares producían desechos radiactivos, el 91% de los

Europeos consideró acertadamente que sí, solamente el 2% dijo que no y el 6% no estaba seguro. Entre los que respondieron "no sé" sobresalen Portugal (15%) y Grecia (11%).

A medida que las preguntas se tornaban más "técnicas", el grupo de "no sé" se hizo más significativo. Por ejemplo, el 69% de los encuestados sabía que los hospitales producían desechos nucleares. Ahora bien, muchos encuestados en toda la UE o bien no estaban seguros (16%) o creían que no (15%). Sin embargo, solamente el 44% de los encuestados sabía que la industria petrolera también genera desechos radiactivos, y casi la tercera parte (30%) respondió "no sé".

Cuando se preguntó a los encuestados si era cierto que "todos los desechos radiactivos son muy peligrosos", el porcentaje de personas que respondió afirmativamente disminuyó ligeramente de 79% a 75% durante el período 1998-2001. En ese mismo período, aumentó de 10% a 14% la cantidad de personas que respondió correctamente que "no". Más de la tercera parte de los encuestados (37%) respondió "no sé" a la pregunta de si los desechos radiactivos se producen en cantidades más pequeñas que otros tipos de desechos peligrosos. Alrededor del 45% de los encuestados respondió correctamente que "sí".

En el caso de otras preguntas formuladas en las encuestas de 1998 y 2001 ("¿los hospitales producen desechos radiactivos?" y "¿hay diversos tipos de desechos radiactivos?"), no hubo cambios apreciables en las opiniones.

**Establecimiento de instalaciones de disposición final de desechos radiactivos de actividad alta.** Esta pregunta se refiere a si cada país debe tener su propia instalación, o si deben establecerse emplazamientos regionales compartidos. En toda la UE en general,

el 63% de todos los encuestados apoyan el concepto de que cada país europeo que produce la categoría de desechos más peligrosa debe ser responsable de la creación de su propio emplazamiento de disposición final. Con todo, el porcentaje bajó significativamente con respecto a la encuesta de 1998, en la que el 75% consideraba que esta era la mejor estrategia.

En ese mismo período, se registró un aumento correspondiente en la aceptación de la solución regional, y las cifras de la UE aumentaron de 12% a 18% (con un aumento similar de los "no sé"). En Grecia, España, Francia, Irlanda y Portugal, el apoyo a la solución regional casi se ha duplicado desde la encuesta de 1998, de nuevo con un salto similar en la cantidad de "no sé". En los Países Bajos, país más partidario de la solución regional, los defensores de la estrategia puramente nacional ya no son una mayoría absoluta. Entre 1998 y 2001, se observaron aumentos sustanciales en la cantidad de "no sé" en España (14% a 24%) y Portugal (12% a 26%). La cifra más alta se registró en Irlanda (34% en comparación con 27% en 1998). En toda la encuesta, las cifras de "no sé" son considerablemente mayores que el promedio en España y Portugal.

**Estancamiento en la disposición final de desechos muy radiactivos: actitud del público.** En el sondeo de 1998, se formuló a los encuestados cuatro preguntas que se respondían con "sí/no" sobre por qué ningún país había logrado aún la disposición final de los desechos radiactivos de actividad alta. El argumento más aceptado, seleccionado por el 83% de los encuestados, fue que la disposición final de ese tipo de desecho era impopular desde el punto de vista político. Las tres cuartas partes de los encuestados en 1998 también consideraron que otro

## ENCUESTA ESTADOUNIDENSE APOYA INSTALACIÓN PERMANENTE PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR



El público estadounidense atribuye suma importancia a la elaboración de un plan de acción bien definido para los desechos radiactivos de actividad alta procedentes de las 103 centrales nucleares de la nación. Además, el público apoya en una proporción de 3 a 1 el concepto de la disposi-

ción final centralizada en contra de dejar el material en los emplazamientos de esas centrales. Esas fueron las conclusiones de un estudio nacional sobre la opinión del público realizado del 31 de mayo al 2 de junio de 2002 por Bisconti Research con Roper ASW. Se efectuaron entrevistas telefónicas con una muestra representativa a nivel nacional de 1000 adultos estadounidenses.

La encuesta arrojó que:

### ■ Estados Unidos quiere un plan bien definido de disposición final de los desechos

Casi todos los estadounidenses (92%) consideran que es extremadamente o muy importante contar con un plan de acción bien definido para la gestión de los desechos radiactivos de actividad alta procedentes de las centrales nucleares. El 69% considera que un plan bien definido es sumamente importante.

### ■ La centralización de los desechos nucleares ayuda al medio ambiente

El criterio predominante del público —en prácticamente todos los grupos demográficos— es que llevar los desechos radiactivos de actividad alta hacia una instalación permanente de disposición final subterránea es más beneficioso para el medio ambiente que dejar los desechos sobre la tierra en los emplazamientos de las centrales nucleares donde se encuentran ahora. La cuarta parte del público muestra incertidumbre.

La encuesta se realizó antes de que el Senado de los Estados Unidos respaldara en julio de 2002 la designación de Yucca Mountain en Nevada como la instalación nacional de los Estados Unidos para la disposición final subterránea de materiales muy radiactivos, incluido el combustible gastado de las centrales nucleares del país. La medida allanó el camino para que el Departamento de Energía de los Estados Unidos consiguiera la licencia de la instalación de conformidad con las normas y políticas de reglamentación del país en materia nuclear.

El emplazamiento de Yucca está ubicado en formaciones rocosas y, de concederse la licencia, se convertiría en el segundo repositorio geológico de los Estados Unidos para desechos radiactivos. En marzo de 1999, los Estados Unidos abrieron en Nuevo México la primera planta piloto de aislamiento de desechos para tipos específicos de desechos radiactivos que deben quedar confinados y aislados durante siglos en condiciones de seguridad.

Puede obtenerse más información en Internet en el Instituto de Energía Nuclear, en [www.nei.org](http://www.nei.org), o en el Departamento de Energía Nuclear de los

argumento era sencillamente que no había forma segura de deshacerse de ese tipo de desechos. El argumento que recibió menos respaldo, seleccionado por el 51% de los encuestados, era que "se estaban analizando todas las posibilidades y todos los riesgos" antes de tomar una decisión al respecto.

Tres años después, en la encuesta de 2001, se pidió a los encuestados que seleccionaran solamente uno de esos tres argumentos. En total, el 14% de los encuestados de toda la Unión manifestó no tener opinión acerca de por qué ningún país había procedido aún a la disposición final de esos desechos. Ahora bien, esta cifra promedio está integrada por cifras muy diversas de diferentes países, que oscilan entre el 4% en Suecia y el 34% en Portugal. Aproximadamente el 20% de los encuestados seleccionó los conceptos de "impopularidad política" y "evaluación de las opciones y los riesgos".

Con todo, el 46% considera que la razón por la cual aún no se ha procedido a la disposición final de los desechos radiactivos de la categoría más peligrosa es que sencillamente, no hay forma segura de hacerlo.

**Preocupaciones del público sobre la proximidad a los lugares de disposición final subterránea.** En las encuestas de 1998 y 2001, se preguntó a los encuestados acerca de sus preocupaciones sobre la proximidad a un lugar de disposición final de desechos radiactivos. Las preguntas diferían en que en la encuesta de 1998 se aceptaban respuestas múltiples, mientras que en la encuesta más reciente se pedía que se indicara solamente cuál era la preocupación más importante.

En 1998, el tema de mayor preocupación fue la salud (74%), y las repercusiones sobre el medio ambiente local (71%) y los riesgos a largo plazo (67%) también fueron

muy importantes. En la encuesta de 2001, se destacaron preocupaciones similares, y los riesgos de fugas mientras el vertedero estuviese en explotación (39%) y los riesgos a largo plazo para generaciones futuras, es decir, hasta miles de años (38%), se consideraron prácticamente idénticos en cuanto a su importancia. Aunque sólo el 11% de los países de la UE encuestados expresaron suma preocupación por los riesgos asociados al transporte de los desechos los finlandeses (19%) y los suecos (25%) clasificaron esos riesgos como más importantes que los demás riesgos a corto plazo asociados a la explotación del vertedero. Se consideró que la significativa disminución registrada en los valores de los bienes raíces locales causó poca preocupación (3,5%).

**Programa de disposición final de desechos de actividad baja.**

En la encuesta de 2001, se preguntó a los encuestados qué creían que sucedía en sus países con los desechos tratados de actividad baja y período corto (es decir, los menos peligrosos), que habitualmente se embalan en bidones de acero, pero solamente podían seleccionar una opción de la lista proporcionada. Si bien en 1998 se formuló una pregunta similar, los encuestados podían escoger más de una opción de gestión.

En los tres años transcurridos entre las dos encuestas, el porcentaje de personas que respondió que no sabía aumentó de 17% a 26%. Asimismo, el número de personas que seleccionó la práctica prohibida de vertimiento en el mar disminuyó de 26% a 10%. Esas cifras podrían obedecer a una mayor precisión en la redacción de la pregunta en la última encuesta y a que, en 1998, tal vez había confusión entre la disposición final de los desechos sólidos y las descargas de los efluentes radiactivos en el océano.

En el Reino Unido, Francia, España, Suecia y Finlandia el método de disposición final más común es el enterramiento en emplazamientos de poca profundidad. Generalmente, este método es el que más se emplea en la UE en cuanto a cantidades de desechos, aunque en estos momentos solo se aplica en los países mencionados. En todos los demás países (excepto en Luxemburgo, que probablemente exporta sus pequeñísimas cantidades de desechos), la estrategia de gestión que se ejecuta es el almacenamiento provisional.

Teniendo en cuenta lo anterior, en cuatro de esos otros países, además de Luxemburgo, la opción más escogida es, en realidad, la respuesta correcta (descontando las de "no sé").

El aumento de los "no sé" fue sustancial en varios países en los tres años posteriores a la encuesta de 1998. Los casos más significativos fueron Portugal (de 34% a 50%), Irlanda (de 29% a 42%), Italia (de 27% a 42%) y España (de 31% a 42%). Es más, solo el 8% de las personas en España sabía la respuesta correcta (disposición final a poca profundidad), aunque en los demás países que ponían en práctica esta forma de gestión los resultados no fueron mucho mejores.

**Preocupación acerca de la gestión de los desechos radiactivos en el país y en el extranjero.** Se pidió a los encuestados que evaluaran su preocupación acerca de la gestión de los desechos radiactivos en sus propios países, en otros países de la UE y en los Países de Europa central y oriental (PECO) que desearan sumarse a la Unión Europea.

Los encuestados que están "muy preocupados" por la forma en que se realiza la gestión de los desechos radiactivos en sus propios países es del 29% en toda la UE. Ahora bien, esa cifra es engañosa puesto

que los resultados en cada país oscilan entre el 11% en Suecia, el 33% en Austria y el 65% en Grecia.

Los resultados también muestran cambios significativos de opinión entre 1998 y 2001. La cifra promedio de la UE en la categoría de "muy preocupado" acerca de la gestión de los desechos radiactivos en sus propios países disminuyó del 41% al 29% entre las dos encuestas, si bien hubo un aumento del 5% en la categoría de "bastante preocupado", y un aumento similar en la de "no muy preocupado".

De nuevo, esas cifras promedio tienden a ocultar algunas variaciones significativas a escala nacional. Por ejemplo, en 1998 solamente el 16% de los encuestados daneses dijo estar "no muy preocupado" sobre la forma en que se llevaba a cabo la gestión de los desechos radiactivos en su país. Tres años después, esa cifra casi se había triplicado al 47%, con un efecto similar aunque opuesto en el grupo de "muy preocupado", que disminuyó del 46% al 12%.

En cuanto a las cifras relacionadas con la gestión de los desechos en otros países, al público en general le preocupa más otros países de la UE que el suyo propio, y se preocupan más por los países de la PECO que por los de la UE. En el caso de los países de la PECO, el nivel de preocupación ha aumentado ligeramente desde 1998, y la encuesta de 2001 indicó que el 49% de los 16 000 encuestados dice estar "muy preocupado", en comparación con la cifra de 47% en la encuesta de 1998.

Los resultados muestran grandes variaciones de un país a otro, por lo que las cifras promedio de la UE pueden ser engañosas.

**Opiniones generales sobre cuestiones nucleares más amplias.** Se evaluaron opiniones sobre cinco cuestiones o ideas distintas:

■ *Los medios de difusión son imparciales al informar sobre las cuestiones re-*

*lacionadas con los desechos radiactivos.*

En este tema las opiniones están divididas casi exactamente a la mitad en toda Europa, ya que el 41,6% o bien coincide plenamente con esa afirmación o tiende a coincidir, mientras el 41,3% o bien está totalmente en desacuerdo o tiende a estar en desacuerdo.

Ahora bien, asimismo existen marcadas diferencias entre los distintos países miembros, pues el 59,4% de los irlandeses coincide totalmente o tiende a estar de acuerdo con esa afirmación en comparación con solo el 26,8% de los italianos.

■ *La industria nuclear ofrece abiertamente información sobre los desechos radiactivos.* Menos de 1 de cada 5 europeos (18,9%) o bien coincide totalmente o tiende a estar de acuerdo con esta afirmación. Los extremos están representados por Suecia, donde el 40% de los encuestados considera que la industria ofrece abiertamente información, e Italia donde la cifra es de solo 10%. Casi el 30% de los españoles encuestados dice no saber.

■ *Una ventaja de la energía nucleoelectrica es que produce menos emisiones de gases de efecto invernadero que otras fuentes de energía.* Mucho más de la tercera parte de los encuestados en toda la UE respondió "no sé", aunque el porcentaje osciló entre la cifra más baja del 3,6% en Suecia y la más alta del 55% en España. De hecho, la cifra de los que respondieron "no sé" es muy similar a la del total de los que coinciden con esa afirmación (41%).

Ello demuestra el apreciable desconocimiento de gran parte de la población de la UE. En Suecia y Dinamarca, el 47% y el 42% de los encuestados, respectivamente, coinciden totalmente con esa idea, en comparación con el promedio europeo de solamente el 12,5%.

■ *Si la gestión de todos los desechos se realiza en condiciones de seguridad, la*

*energía nucleoelectrica debe seguir siendo una opción para la producción de electricidad en la UE.* En toda Europa, el promedio del 51% de los encuestados coincide con esa afirmación y el 15% de ellos de manera muy decidida. Como promedio, el 24% respondió "no sé". Por consiguiente, tras eliminar a este último grupo, hay una mayoría de dos a uno que apoya esa afirmación en toda Europa, y tiene respaldo mayoritario en todos los Estados Miembros, salvo en Austria donde los resultados son diametralmente opuestos a los del resto de la UE. Una explicación podría ser el "efecto de Temelin" (en alusión a la central nuclear de la vecina República Checa).

Aun cuando no se descuenta la considerable cantidad de "no sé", existe una mayoría absoluta que apoya esa afirmación en Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Italia, Luxemburgo, los Países Bajos, y el Reino Unido.

Sin embargo, esos resultados también deben analizarse teniendo en cuenta las respuestas a otra pregunta, que muestra que alrededor del 46% de la población de la UE considera que la razón por la que no se ha procedido aún a la disposición final de los desechos radiactivos de actividad alta es que no hay una forma segura de hacerlo.

Ahora bien, la cantidad de respuestas de "no sé" es mucho mayor que el promedio en España y Portugal.

■ *La generación que utiliza la energía nucleoelectrica debe ser responsable de la gestión de sus desechos y no dejarla para generaciones futuras.* En total, el 80% de los encuestados coincidió con este concepto y, de esa cifra, el 50% de manera muy enfática.

Esta pregunta de la responsabilidad también se formuló en la encuesta de 1998, aunque en ese caso las opciones eran "esta generación" (54%), "generaciones futuras" (6,1%) y "ambas" (35%). □

# FORO CIENTÍFICO DE 2002 DEL OIEA

## CICLOS DE VIDA ÚTIL, CONOCIMIENTOS Y SEGURIDAD FÍSICA NUCLEARES



*En septiembre de 2002, expertos destacados de todo el mundo participaron en el Foro Científico del OIEA, celebrado paralelamente a la Conferencia General del Organismo. El Sr. Mohammad Ridwan, jefe de la Junta de Control Nuclear de Indonesia, presentó a la Conferencia un informe final en el que se destacaron los principales aspectos debatidos en las tres sesiones del Foro: Energía nucleoelectrica - Gestión del ciclo de vida útil, Gestión de los conocimientos nucleares y Seguridad física nuclear. El informe íntegro se transcribe a continuación:*

**E**l quinto Foro Científico, organizado durante la 46ª reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA, se celebró en el Austria Center (Viena), los días 17 y 18 de septiembre de 2002 y se centró en tres cuestiones de actualidad: Energía nucleoelectrica - Gestión del ciclo de vida útil, Gestión de los conocimientos nucleares y Seguridad física nuclear. En cada una de las tres sesiones consagradas a dichos temas, expertos destacados en cada campo presentaron disertaciones, seguidas de observaciones de los grupos de debate y, a continuación, de deliberaciones con los participantes. Asimismo un experto destacado en la esfera respectiva,

sirvió de moderador en cada sesión.

Energía nucleoelectrica y gestión del ciclo de vida útil. El debate se dedicó a dos subtemas, a saber, la prolongación de la vida útil de las centrales nucleares y la clausura. Actualmente, la industria nuclear se encuentra en un momento crucial en el que tiene que decidir acerca del futuro de la primera generación de centrales nucleares, que se están acercando al final de su vida útil autorizada. Al mismo tiempo, la experiencia adquirida y los nuevos adelantos corroboran que es posible prolongar durante 20 ó 30 años más la vida útil de las centrales nucleares con respecto a lo establecido en las licencias inicialmente concedidas. Aunque algunas compañías eléctricas y organismos reguladores ya han renovado o prolongado licencias, muchos otros siguen estudiando diversas posibilidades en relación con estos procesos.

En la sesión se abordaron cuestiones, preocupaciones y tendencias clave en la gestión del ciclo de vida útil de las centrales nucleares, desde la construcción hasta la explotación y, por último, la clausura. Se presentaron medidas para hacer frente al envejecimiento de las centrales, la renovación de licencias, las previsiones de

aumento de la demanda de electricidad y la necesidad de hallar soluciones sostenibles a largo plazo para las instalaciones nucleares clausuradas u obsoletas, con ejemplos de la experiencia adquirida por el FORATOM (Foro Atómico Europeo), el Japón, el Reino Unido, los Estados Unidos, la Federación de Rusia y Hungría.

Se considera que la prolongación de la vida útil colma la brecha existente entre las centrales obsoletas y las nuevas, así como entre la demanda y la oferta de energía. Se trata de una opción viable desde el punto de vista técnico, económicamente atractiva y que se puede reglamentar con eficacia. Las centrales nucleares requieren gran intensidad de capital, por lo que la prolongación de su vida útil dará una ventaja financiera muy importante e impedirá la necesidad de nuevos aumentos de potencia. Según la experiencia rusa, la prolongación de la vida útil de una central nuclear cuesta aproximadamente 160 dólares por 200/kW de potencia instalada, mientras en los Estados Unidos el proceso cuesta entre 10 y 15 millones de dólares por unidad, sin incluir los costos de equipo suplementario, ya que la mejora de las centrales no forma parte del proceso de renovación de las licencias.

La información del Libro Verde de la Comisión Europea sobre la seguridad del abastecimiento energético y el desarrollo normativo actual indican que el crecimiento potencial de la Unión Europea junto con la reducción de la energía nuclear a medida que

---

*En el Foro participaron expertos distinguidos. Los moderadores de las sesiones fueron el Dr. V. K. Chaturvedi, de la India; el Sr. Dave Torgerson, del Canadá; y el Dr. Richard Mervise, de los Estados Unidos.*

las centrales lleguen al término de su vida útil, darán lugar a un aumento del 31% de las emisiones de dióxido de carbono, y una dependencia de energía importada del 60% para la Unión ampliada. En los Estados Unidos se han renovado diez licencias para permitir una vida útil de 60 años; casi la mitad de las centrales existentes han presentado solicitudes de renovación de las licencias y se prevé que muchas más lo hagan.

Con respecto a la clausura, no es eficaz ni razonable que cada país cree sus propias tecnologías y enfoques. Los costos de la clausura son elevados y pueden suponer una carga importante para los presupuestos nacionales. El método más rentable consiste en aplicar procedimientos comprobados y no en que cada organización elabore nuevas técnicas. La clausura debería ser uno de los elementos principales que ha de tenerse en cuenta en el diseño de nuevas instalaciones, ya que permitiría ahorrar mucho tiempo y esfuerzos, así como reducir los riesgos de exposición durante la clausura.

Es fundamental contratar y mantener una plantilla de personal sólida y muy cualificada para garantizar unas operaciones futuras seguras y económicas de renovación de licencias y clausura de las centrales. La motivación de esta plantilla de personal debería ser uno de los principales intereses del personal directivo de la instalación. Se garantizaría así un alto nivel de cultura operacional de la central a medida que esta llega al final de su vida útil y sus actividades se dedican más a la rehabilitación del medio ambiente que a la generación de energía.

El OIEA podría actuar de catalizador para difundir a todos los Estados Miembros, la experiencia adquirida en las actividades de renovación de licencias y clausura. Además, debería indicar cuáles son los procedimientos comprobados en la renovación de licencias para lograr un examen eficaz de las solicitudes. El

OIEA debería elaborar orientaciones sobre el alcance de informes relativos a la seguridad y el medio ambiente en apoyo a la renovación de licencias, así como sobre las normas y procedimientos comprobados necesarios para realizar operaciones seguras y económicas durante la clausura.

Las cuestiones derivadas de esta sesión requieren un análisis más profundo. Se propone exponer esas cuestiones al SAGNE (Grupo Asesor Permanente sobre energía nucleoelectrónica), al GTT (Grupo de Trabajo Técnico) sobre la gestión de la vida útil de las centrales nucleares y al TGDE (Grupo Técnico sobre clausura) propuesto, de forma que se pueda pedir y prestar asesoramiento con respecto a las medidas futuras que deban adoptarse.

#### **Conocimientos nucleares.**

La segunda sesión del Foro se centró en la Gestión de los conocimientos nucleares y fue útil para reforzar la opinión de que los conocimientos nucleares constituyen un tema oportuno de importancia estratégica. Se trata de un tema que afecta a todos los Estados Miembros que utilizan las tecnologías nucleares en aplicaciones energéticas o no energéticas. Es preciso abordar este tema para garantizar, en todo momento, un uso seguro de esas tecnologías.

Durante los debates, los participantes, oradores principales y miembros de los grupos de debate apoyaron firmemente las principales conclusiones de la reunión de funcionarios superiores sobre la Gestión de los conocimientos nucleares, celebrada en junio de 2002, en particular con respecto a: el carácter urgente del problema, el claro entendimiento de que todas las tecnologías nucleares y sus innovaciones dependen de los conocimientos nucleares y la importancia de abordar la cuestión de la planificación de la sucesión y la conservación de los conocimientos.

Se reconoció por consenso que el Organismo ocupa una excelen-

te posición para desempeñar una función rectora con respecto al tema de la conservación y la mejora de los conocimientos nucleares, particularmente para fomentar una mayor sensibilización en los Estados Miembros en cuanto a las cuestiones de que se trata, y para facilitar la colaboración internacional y regional. Se presentó una propuesta para que el Organismo establezca cuanto antes un grupo de trabajo que aborde esas cuestiones y preste asesoramiento práctico sobre el programa y su ejecución. Asimismo, los participantes hicieron hincapié en que esta nueva actividad debe disponer de recursos y financiación suficientes, y en que se necesitarían contribuciones extrapresupuestarias de los Estados Miembros y recursos con cargo al Presupuesto Ordinario.

El moderador de la sesión señaló que se presentaría a la Conferencia General una resolución sobre la "Gestión de los conocimientos." El elevado número de Estados Miembros que copatrocinan esta resolución en la Comisión Plenaria es una clara muestra de la gran importancia que los Estados Miembros atribuyen al tema.

Se definieron problemas y se propusieron posibles soluciones innovadoras, entre ellas la enseñanza a distancia, la creación de grupos y redes y un portal de gestión de los conocimientos. Ha llegado el momento de adoptar medidas y prestar mayor atención a las actividades de gestión de los conocimientos en el Organismo, sobre todo en lo que respecta a la financiación y la asignación de recursos.

**Seguridad física nuclear.** En la sesión sobre Seguridad física nuclear, los oradores principales hablaron sobre cuestiones relacionadas con la evaluación de los riesgos, el control de fuentes radiactivas y los nuevos enfoques relativos a la protección de materiales e instalaciones nucleares. Se observó que la seguridad física no es una

preocupación nueva para la industria nuclear, que desde hace mucho tiempo tiene en cuenta la amenaza de robo de materiales nucleares (especiales) y de sabotaje. En el ámbito de la protección física ya se habían adoptado medidas de gran alcance. Además, las centrales nucleares cuentan con los medios defensivos más sólidos que existen en el mercado, que son resultado de los medios defensivos inherentes derivados de diseños concebidos para hacer frente a sucesos de extrema gravedad. No obstante, es preciso adoptar más medidas para aumentar la seguridad física, determinar los puntos débiles y atenuar su vulnerabilidad, así como perfeccionar la evaluación de posibles amenazas.

La definición y evaluación de posibles amenazas y la consiguiente evaluación de riesgos han cobrado un nuevo impulso desde los sucesos de septiembre pasado. Las medidas preventivas son consecuencia de una evaluación de las amenazas y los riesgos. A dichas medidas se podrían añadir las precautorias, que se centran en las consecuencias de un suceso, sin evaluar plenamente el riesgo de que dicho suceso se produzca. La evaluación de la seguridad física es algo distinto de la creación de un estudio de seguridad, que podría basarse en la redundancia y en buenos conocimientos científicos, la separación y la diversificación, así como en la detección de fallos de modo común.

Se observó que debía hacerse una distinción entre las amenazas de las que debería ocuparse el estado (por ejemplo, los secuestros de aviones o los ataques), y las que están relacionadas con instalaciones (por ejemplo, una agresión directa a una central nuclear por un grupo reducido), que serían el tema de la amenaza base de diseño y son responsabilidad del explotador. El límite entre ambos aspectos es confuso y debe aclararse.

En la sesión también se tuvieron en cuenta los intereses

opuestos de mantener el acceso público a la información y la necesidad de protegerla. No obstante, también es preciso velar por la confidencialidad para que no se preste ayuda a los atacantes.

En la sesión se examinaron los riesgos y las consecuencias relativos a la cuestión de las fuentes radiológicas y las posibilidades de utilizarlas en dispositivos de dispersión radiactiva (DDR o "bombas sucias"). Las dificultades experimentadas en Kazajstán para detectar y controlar las fuentes de radiación constituyeron un estudio de caso sobre los problemas de otros estados que habían enfrentado situaciones similares. Los problemas se refieren a falta de controles eficaces y de equipo de detección, aplicación deficiente de los procedimientos establecidos y ausencia de acuerdos intergubernamentales adecuados. Algunas de las soluciones podrían ser la aplicación de marcos legislativos y de contabilidad mejorados para las fuentes de radiación, una mayor protección física de las fuentes y una mejor cooperación internacional en la lucha contra el tráfico ilícito, así como mejores medidas de respuesta. En la sesión se reconoció la necesidad de establecer un control de las fuentes de radiación "desde sus orígenes hasta su destino final" y se admitió que el problema de las fuentes huérfanas podría resolverse garantizando un "destino final" adecuado para las fuentes que han dejado de ser útiles.

Se propusieron ideas para fortalecer las medidas de protección física a nivel regional y mundial. En el primer nivel se cuentan el establecimiento de redes regionales de intercambio de información y la experiencia entre estados. En el segundo nivel se incluye la elaboración de una lista de prioridades en la que figurarían la revisión del documento INFCIRC/225 y la formulación de nuevas recomendaciones de seguridad, del mismo tenor, relativas a la protección de las fuentes

de radiación. Este tipo de fuentes se abordan en las orientaciones sobre la seguridad tecnológica, pero no en las orientaciones sobre la seguridad física, que se refieren a la protección física.

En la sesión se tomó conciencia de la amenaza del uso de DDR con fines terroristas y se admitió que es una prioridad adoptar medidas de seguridad física aplicables a las fuentes de radiación, que son las que presentan la mayor amenaza. Asimismo, se tomó nota de la propuesta de convocar una conferencia internacional para debatir la amenaza que supone el posible uso indebido de materiales radiológicos (posteriormente programada para marzo de 2003 en Viena, Austria). También podría asignarse prioridad a las instalaciones que necesitan una mayor protección; se podría disponer de ayuda en el ámbito de la iniciativa del G8. Otras ideas consistían en crear un sistema multilateral de cooperación en materia de seguridad física, destinado a facilitar el intercambio de información; adoptar medidas para intensificar la cooperación entre reguladores nucleares, fuerzas de seguridad y servicios de información; proceder al marcado y seguimiento de fuentes radiactivas; y brindar incentivos financieros para que los explotadores mejoren las medidas de protección física en las instalaciones nucleares.

En el 5to Foro Científico se abordaron tres cuestiones fundamentales para la comunidad nuclear. Con vistas a garantizar la seguridad física de los materiales nucleares, es preciso que continúen las operaciones nucleares seguras y económicas, y se conserven los conocimientos para el futuro. Se han formulado propuestas de diversas medidas que el Organismo podría adoptar y cuya aplicación recomendamos. □

*Puede obtenerse más información sobre el Foro y la Conferencia General del OIEA, dirigiéndose a*

## ASPECTOS DESTACADOS DE LA DECLARACIÓN DEL DIRECTOR GENERAL DEL OIEA EN EL FORO CIENTÍFICO

### NUCLEOELÉCTRICA - GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA ÚTIL

La prolongación de la vida útil de las actuales centrales nucleares ayudará a disminuir la necesidad inmediata de nuevos aumentos de potencia, sin que se incurra en gastos de capital adicionales. Sin embargo, esa prolongación requiere que se realice un cuidadoso análisis de la seguridad y se supervisen las cuestiones relativas al envejecimiento del equipo. A medida que este proceso comience a avanzar en otros países, será indispensable que se produzca un intercambio de información en todos los aspectos, como por ejemplo, los datos técnicos, las consideraciones en materia de seguridad y las políticas de reglamentación. Espero que en este Foro se determinen las posibilidades de realizar dicho intercambio.

La clausura también sigue siendo un reto. Aunque se ha logrado demostrar la eficacia y seguridad de la clausura y la restauración de sitios, persisten algunas preocupaciones entre el público. Por otra parte, es vital que aprendamos de la experiencia e intercambiamos información con miras a utilizar de manera óptima los medios de que se dispone para la clausura, hacer frente a las cuestiones relativas al almacenamiento y a la disposición final de los desechos, así como aumentar el nivel de aceptación del público respecto de este proceso. La experiencia también ha mostrado que, si ante todo se mejora el diseño y la explotación de las instalaciones nucleares aplicando medidas sencillas y factibles, podemos lograr que su posible clausura resulte más segura y menos costosa.

### GESTIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS NUCLEARES

Como cualquier otra actividad de alto nivel técnico, la utilización de la tecnología nuclear se basa en gran medida en una enorme acumulación de conocimientos -conjunto de investigaciones científicas, análisis técnico, datos operacionales, exámenes de la situación reglamentaria y muchas otras informaciones técnicas de diversa índole-, junto a una variedad de personas que poseen la preparación académica, la experiencia y la sabiduría necesarias para aplicar ese caudal de conocimientos con seguridad y eficacia.

La gestión eficaz de los conocimientos nucleares implica garantizar que siempre se disponga de esa reserva vital de personal cualificado. A medida que la fuerza laboral del sector nuclear envejece y se jubila, y disminuye el apoyo a los programas universitarios de ciencia e ingeniería nucleares, este asunto adquiere una importancia fundamental para garantizar la seguridad tecnológica y la seguridad física, estimular la innovación y asegurar que las futuras generaciones puedan seguir disfrutando de

los beneficios de la energía nuclear en esferas como la sanidad humana, los alimentos y la agricultura, la ordenación de los recursos hídricos, el suministro eléctrico y en muchas otras aplicaciones.

En junio de 2002, el Organismo convocó una reunión con vistas a conocer qué están haciendo los Estados Miembros al respecto y determinar qué más puede lograrse mediante las actividades internacionales en materia de cooperación. Esperamos que los debates de este Foro contribuyan a ampliar ese diálogo; por ejemplo, para comprender mejor cómo atraer más jóvenes a las especialidades nucleares, cómo promover mejores vínculos entre instituciones académicas que poseen programas nucleares, y cómo impulsar en este aspecto el apoyo mutuo entre gobiernos, líderes de la industria y universidades.

### SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

Mucho antes del 11 de septiembre de 2001, el Organismo era consciente de la necesidad de proteger el material nuclear, como se puso de manifiesto en la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares -aunque su alcance era algo limitado- y en las directrices del Organismo. Sin embargo, es evidente que el 11 de septiembre constituyó una llamada de alerta para los que trabajamos en este ámbito. En cuanto a las fuentes radiactivas, el elemento de la seguridad física también ha sido un componente esencial durante muchos años, pero fundamentalmente como condición previa de la seguridad radiológica. Un aspecto que espero se analice en los debates del Foro es hasta qué punto la estructura de seguridad física del material nuclear puede adaptarse a las fuentes radiactivas, atendiendo a los métodos y las modalidades para evaluar el riesgo y la amenaza, así como a los medios para lograr una protección adecuada.

En un sentido similar, considerando los amplios esfuerzos dedicados a fortalecer y ampliar todos los aspectos de nuestro programa de seguridad física nuclear en los últimos doce meses, creo que ha llegado el momento de que reflexionemos sobre el alcance y la eficacia de nuestro enfoque. En todas las aplicaciones nucleares hay que tomar en consideración la seguridad física nuclear, de modo que abarque todas las fases de la actividad nuclear, a saber, la utilización, el almacenamiento y el transporte de materiales nucleares y de otros materiales radiactivos, así como el diseño, la explotación y la clausura de las instalaciones nucleares. Nuestra estructura también debe ser bastante amplia para que tenga en cuenta las necesidades de todos los estados, con independencia de la magnitud de sus programas nucleares, y debe recibir el apoyo de todos.

# EL OBJETIVO DE LA PARIDAD ENTRE LOS GÉNEROS

ESFUERZOS DIRIGIDOS A ALCANZAR UNA MAYOR REPRESENTACIÓN DE LAS MUJERES PROFESIONALES

POR ANNICK CARNINO, BEVERLEY YOUNG Y SILVIA NEMETHYOVA

**E**l tema de la mujer en el sistema de las Naciones Unidas figura cada vez más en los programas de muchos de sus organismos. Las cuestiones de género se plantearon al más alto nivel en octubre de 2000, fecha en que se celebró por primera vez en la historia de las Naciones Unidas un período extraordinario de sesiones del Consejo de Seguridad denominado "La mujer, la paz y la seguridad". En la Resolución del Consejo de Seguridad S/RES/1325 (2000), se reafirmó el importante papel que desempeña la mujer en la prevención de conflictos y en la adopción de decisiones.

Entre los distintos temas relativos a la mujer y al pleno ejercicio de sus derechos se incluye su participación en el proceso de adopción de decisiones, esfera que los hombres han definido y dominado desde hace mucho tiempo. La igualdad de participación de la mujer en la adopción de decisiones es esencial para la igualdad de oportunidades. Para satisfacer esta demanda, la Asamblea General aprobó una resolución, (A/RES/55/69), en la que reza lo siguiente: La Asamblea General reafirma el objetivo urgente de que las mujeres ocupen el 50% de los puestos de todas las categorías dentro del sistema de las Naciones Unidas, especialmente en las categorías superiores y de adopción de decisiones, con pleno respeto del principio de la distribución geográfica equitativa, de conformidad con el párrafo 3 del Artículo 101 de la Carta de las Naciones

Unidas, y teniendo en cuenta asimismo que las mujeres de ciertos países, en particular países en desarrollo o con economías en transición, siguen sin estar representadas o lo están insuficientemente.

Además, en el período de sesiones de la Asamblea General celebrado en octubre de 2001 se reafirmó el objetivo urgente de alcanzar una paridad entre los géneros de un 50% de los puestos de todas las categorías dentro del sistema de las Naciones Unidas.

En el OIEA, el personal directivo superior se ha preocupado, desde hace tiempo, por aumentar el papel y el aporte de la mujer. Esa preocupación se intensifica debido a que disminuye la fuente de candidatos, sobre todo de mujeres profesionales en la esfera de la ciencia nuclear. El 1 de julio de 2001 el número total de funcionarias en la Secretaría era 909, lo que representaba el 41,9% de la dotación de personal en su conjunto en las categorías del cuadro orgánico y de los servicios generales. La proporción de las mujeres en las categorías del cuadro orgánico y superiores era sólo el 17,6%.

En su reunión celebrada en septiembre de 2002, la Conferencia General del OIEA, aprobó de nuevo una resolución en la que los Estados Miembros reiteraron su compromiso respecto del aumento de la representación de la mujer y se espera que presten su pleno apoyo para que la Secretaría pueda alcanzar ese objetivo.

Además, el tema de aumentar la proporción de mujeres en la categoría del cuadro orgánico en la Secretaría se presentó más detalladamente en la Conferencia de enero de 2002 del Personal Directivo Superior del OIEA en la disertación presentada por la Sra. Annick Carnino, coordinadora de las cuestiones de género y directora de seguridad de las instalaciones nucleares en el OIEA. La Sra. Carnino presentó recomendaciones relativas a la adopción de medidas en la primera reunión del Grupo Consultivo Internacional sobre cuestiones de género (IAG-GI), creado en 2001. El Director General también reiteró su compromiso con el objetivo de aumentar la cantidad de funcionarias del cuadro orgánico. Por consiguiente, se hicieron recomendaciones sobre las medidas adecuadas que deberán tomarse.

El objetivo general a largo plazo sigue siendo llegar a alcanzar un 50% de mujeres entre los funcionarios del cuadro orgánico, pero se fijarán objetivos provisionales en cada Departamento para finales de 2003 (que oscilen entre el 20% y el 25%, según las estadísticas de jubilaciones y vacantes). Esos objetivos se cumplirán con la introducción de

---

*La Sra. Carnino es Coordinadora de las Cuestiones de Género y Directora de Seguridad de las Instalaciones Nucleares del OIEA. La Sra. Young es Jefa de la Sección de Planificación de Recursos Humanos de la División de Personal. La Sra. Nemethyova es funcionaria de la División de Personal del OIEA.*

las nuevas medidas innovadoras que el Organismo tomará y que se mencionan infra:

" Encuesta para determinar las principales causas de la insuficiente representación de la mujer. Con el apoyo del IAGGI, el Centro de Coordinación de las cuestiones de género y la División de Personal prepararán un cuestionario para determinar los "obstáculos" que se interponen a las mujeres que solicitan ocupar puestos profesionales en el Organismo. Este cuestionario ayudará a determinar las principales causas de la insuficiente representación de la mujer. Se proyecta realizar la encuesta a principios de 2003 y se distribuirá a todos los funcionarios y, en fecha posterior, a las mujeres de la WIN, la Mujer en la esfera nuclear (asociación de mujeres profesionales en la esfera nuclear; véase el sitio web en <http://213.130.43.103/winglobal>.)

"Eliminación de posibles prejuicios basados en el género. En el programa de estudios del OIEA con certificado en materia de gestión se incluirán las metodologías para sensibilizar a los directores ante los posibles prejuicios basados en el género en la evaluación de candidatos en el proceso de contratación.

"Anuncios de puestos y contratación. Se orientará a los funcionarios correspondientes que viajen en comisión de servicios que lleven consigo documentación relativa a las contrataciones para una breve presentación acerca de las oportunidades de empleo para la mujer en el OIEA. En los informes sobre el viaje se deberá incluir la notificación oficial de las medidas tomadas.

"Programas de asesoramiento y becas. Se proyecta crear un programa de becas para apoyar la capacitación de las científicas. Se creará también un programa de asesoramiento para familiarizar a las científicas sin experiencia con



el trabajo del Organismo y ofrecerles modelos de conducta mediante ese mecanismo.

"Rendición de cuentas del personal directivo. Se orientará a todos los jefes de departamentos que rindan un informe anual al Director General sobre las medidas tomadas para aumentar la representación de la mujer en sus programas, la proporción de las mujeres participantes y presidentas en las reuniones y la cantidad de mujeres especialistas seleccionados. La División de Personal elaborará una lista de mujeres profesionales por nivel de competencia.

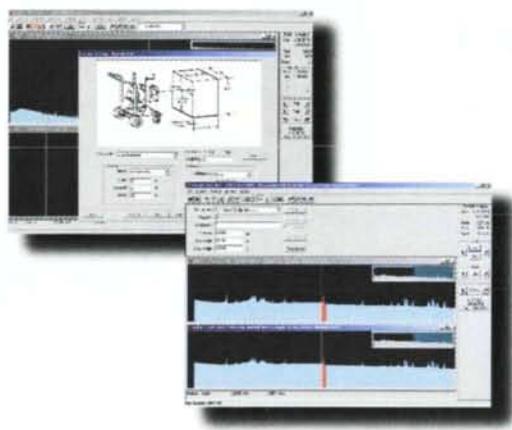
"Sitio web sobre la mujer. Para elevar la conciencia sobre la mujer que trabaja en la esfera nuclear, el OIEA está creando un sitio web sobre la mujer. Se incluirán más artículos relativos a las cuestiones de la mujer, los modelos de conducta y las oportunidades de empleo. Se proyecta abrir este sitio en 2003.

La integración de las cuestiones de género. La integración de las cuestiones de género es el proceso mediante el cual se evalúa la repercusión en la mujer y el hombre de cualquier medida planificada: legislaciones, políticas o programas en todas las esferas y a todos los niveles. Por consi-

guiente, en los programas futuros se indicarán los proyectos del Organismo, sobre todo los relativos a la mujer. Se espera que la aplicación de medidas aumente, entre otras cosas, el aporte del Organismo a la integración de las cuestiones de género y al pleno ejercicio de los derechos de la mujer en el sistema de las Naciones Unidas. Con objeto de crear conciencia respecto de estas cuestiones entre todos los Estados Miembros, se enviará a todos los Estados Miembros una carta en la que se dan a conocer las iniciativas y se solicita cooperación.

El OIEA se ha fijado el objetivo expreso de alcanzar una paridad entre los géneros de un 50% en la Secretaría. Aún cuando no pueda alcanzarse inmediatamente ese objetivo, se proyectan muchos cambios para el futuro cercano. El Organismo está firmemente comprometido con aumentar el porcentaje de mujeres en la categoría del cuadro orgánico, al reflejar los cambios y las oportunidades en el Organismo y en la comunidad nuclear internacional. Ese objetivo sólo puede alcanzarse mediante la colaboración conjunta entre el OIEA y sus Estados Miembros.

# Measure Large Boxes with Multiple Detectors



## ISOTOPIC V3.0

A practical solution to the quantitative assay of gamma-emitting waste samples

### Fast. . .

- Seamless integration of hardware and software
- Supervisor and operator modes, with password protection

### Flexible. . .

- Calibrate ANY detector on site, TRACEABLY, in minutes
- Control up to eight detectors at once or combine data from multiple measurements of a single large container to speed up measurements or improve results: Easily expanded

### Versatile. . .

- Measure containers of many shapes and sizes, surfaces and even soils; independently verified analysis methods
- Use the Access™ Database to write reports the way YOU want them

**ORTEC**®

[www.ortec-online.com/iaea](http://www.ortec-online.com/iaea)

info@ortec-online.com • Fax (865) 483-0396

801 South Illinois Ave., Oak Ridge, TN 37831-0895 U.S.A. • (865) 482-4411

For International Office Locations, Visit Our Website

# 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 Mourovov, Sr. Werner Burkart, Sr. Jihui Qian, Sr. Tomihiro Taniguchi

**DIRECTOR DE LA**

**DIVISION DE INFORMACION PUBLICA:**

Sr. Mark Gwozdecky

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

**AYUDANTE DE REDACCION:**

Sra. Ritu Kenn

**COMPOSICION/DISEÑO:**

Sra. Ritu Kenn

**COLABORADORES DE LOS DEPARTAMENTOS:**

Sra. A. Schiffmann, Sra. R. Spiegelberg

Sra. Melanie Konz-Klingsbögel

**APOYO PARA LA PRODUCCION:**

Sr. J. Suarez-Prado,

Sr. R. Breitenecker, Sra. P. Murray,

Sra. M. Liakhova, Sr. A. Adler, Sr. L. Nimetzki

**EDICIONES EN DIVERSOS IDIOMAS**

**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, imprenta, distribución

**EDICION EN RUSO:** JSC Interdiakkt+, Moscú;

traducción, imprenta, distribución

**PUBLICACION IMPRESA Y ELECTRONICA**

Actualmente el *Boletín del OIEA* se publica semestralmente. A partir de 2003, se publicarán seis ediciones por separado en los idiomas oficiales del Organismo, a saber, árabe, chino, inglés, francés, ruso y español. Para obtener información sobre cómo recibir la versión impresa del *Boletín del OIEA*, sírvanse dirigirse por escrito a la División de Información Pública del OIEA, cuya dirección figura en la contraportada interior o a [info@iaea.org](mailto:info@iaea.org). Para obtener acceso al *Boletín* en formato electrónico, así como a la información más actualizada sobre el OIEA y sus actividades, visítese la sección de publicaciones periódicas del sitio web *WorldAtom* del Organismo, [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

*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

1957

**Afghanistan**

Albania

Alemania

Argentina

**Australia**

**Austria**

**Belarus**

**Brasil**

Bulgaria

**Canadá**

Cuba

**Dinamarca**

Egipto

El Salvador

España

**Estados Unidos de**

**América**

Etiopia

**Federación de Rusia**

**Francia**

Grecia

**Guatemala**

Haití

Hungría

**India**

Indonesia

Islandia

**Israel**

Italia

**Japón**

Marruecos

Mónaco

Myanmar

**Noruega**

Nueva Zelandia

Países Bajos

**Pakistán**

Paraguay

Perú

Polonia

**Portugal**

**Reino Unido**

**de Gran Bretaña**

**e Irlanda del Norte**

República de Corea

**República Dominicana**

**Rumania**

Santa Sede

Sri Lanka

**Sudáfrica**

**Suecia**

**Suiza**

Tailandia

Túnez

**Turquía**

Ucrania

Venezuela

Viet Nam

1958

Belgica

Camboya

Ecuador

Filipinas

Finlandia

Irán, Rep. Islámica del

Luxemburgo

México

Sudán

1959

Iraq

1960

Colombia

Chile

Ghana

Senegal

1961

Libano

Mali

República democrática

del Congo

1962

Liberia

Arabia Saudita

1963

Algeria

Bolivia

Côte d'Ivoire

Jamahiriya Arabe Libia

República Arabe Siria

Uruguay

1964

Camerun

Gabón

Kuwait

Nigeria

1965

Costa Rica

Chipre

Jamaica

Kenya

Madagascar

1966

Jordania

Panamá

1967

Sierra Leona

Singapur

Uganda

1968

Lichtenstein

1969

Malasia

Niger

Zambia

1970

Irlanda

1972

Bangladesh

1973

Mongolia

1974\*

Mauricio

1976

Emiratos Arabes Unidos

Qatar

República Unida de

Tanzania

1977

Nicaragua

1983

Namibia

1984

China

1986

Zimbabwe

1992

Eslovenia

Estonia

1993

Armenia

Croacia

**Eslovaquia**

Lituania

**República Checa**

1994

Ex República Yugoslava

de Macedonia

Islas Marshall

Kazajstán

Uzbekistán

Yemen

1995

Bosnia y Herzegovina

1996

Georgia

1997

Letonia

Malta

República de Moldova

1998

Benin

Burkina Faso

1999

Angola

*Honduras*

2001

Azerbaiyán

República Centroafricana

Tayikistán

Yugoslavia

2002

*Eritrea*

*República Kirguisa*

*República de Botswana*

*Seychelles*

\*La República Popular Democrática de Corea, que ingresó en el OIEA en 1974, se retiró del Organismo el 13 de junio de 1994. 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. Con sede en Viena (Austria), el Organismo y sus Estados Miembros 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.

**PDM-111**

Environmental dosimetry  
Radiation: Gamma (60 keV--)  
Display: 0.01--99.99  $\mu$ Sv



# WE'RE ON YOUR FREQUENCY.

**PDM-112**

General dosimetry  
Radiation: Gamma (60 keV--)  
Display: 1--9.999  $\mu$ Sv

**PDM-117**

Medical dosimetry  
Radiation: X-ray (20 keV--)  
Display: 1--9.999  $\mu$ Sv

**PDM-192**

General dosimetry  
(switchless)  
Radiation: Gamma (40 keV--)  
Display: 0.001--99.99 mSv

**PDM-313**

Neutron dosimetry  
Radiation: Thermal--fast  
Display: 0.01--99.99 mSv

**ADM-112**

General dosimetry with alarm  
Radiation: Gamma (40 keV--)  
Display: 0.001--99.99 mSv



Whatever your dosimetry requirements, Aloka has the solution that's just right for you. All of our models are optimized in performance yet lightweight in design and sleek in dimensions, making them handy to carry around in your pocket. Simply press a switch and read the clear digital display to determine your accumulated dose — anytime, anywhere. Nothing could be easier. At Aloka, we create products that attend to your needs. After all, we're on the same wavelength.



**ALOKA**  
Science & Humanity