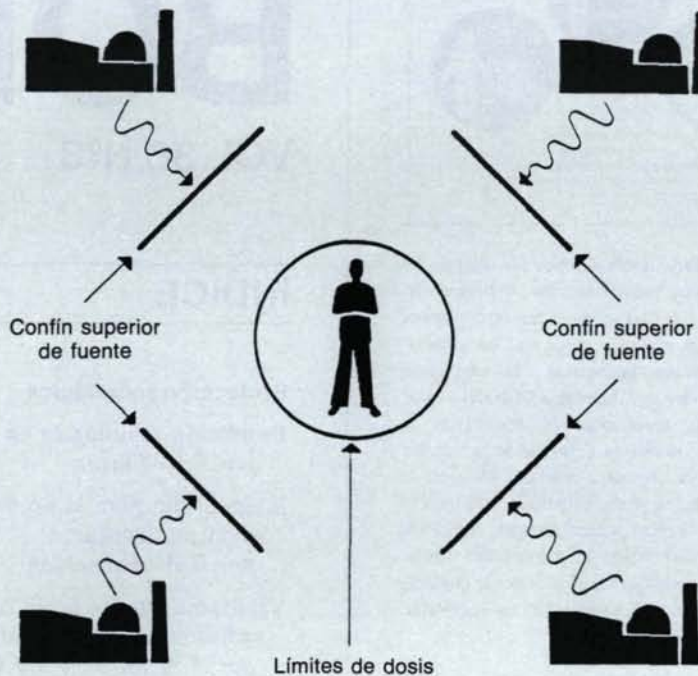


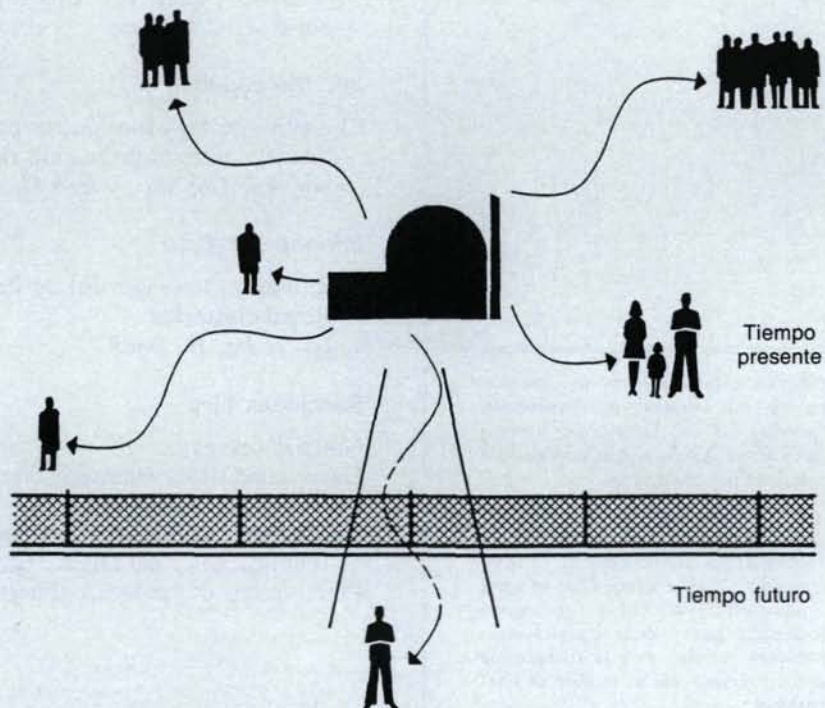
Las Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica publicadas por el OIEA garantizan un nivel adecuado de protección individual mediante un requisito relacionado con el individuo. Conforme a esas normas, ningún individuo podrá estar expuesto, como resultado de prácticas y fuentes controladas, en exceso de los límites de dosis señalados en las Normas. Se debe tener en cuenta la dosis individual total, excluida de radiación de fondo natural y la exposición incurrida por los pacientes por motivos médicos. Si la exposición puede ser debida a varias fuentes, deben establecerse confines superiores de fuentes; o sea fracciones de los límites de dosis asignadas a diferentes fuentes de exposición.

Requisito relacionado con el individuo



Las Normas facilitan protección adicional mediante requisitos relacionados con las fuentes, que establecen la justificación de la práctica — para la cual se necesita la fuente — y la optimización de la protección radiológica que debe aplicarse a la fuente. Estos requisitos tienen en cuenta la suma de todas las dosis, por pequeñas que sean, debidas a la fuente, sin tomar en consideración el lugar y el tiempo de la exposición.

Requisitos relacionados con las fuentes



Protección radiológica en la energía nuclear

Consideraciones generales de la conferencia del OIEA celebrada en Sidney, Australia

por F.N. Flakus

La Conferencia del OIEA sobre protección radiológica en energía nuclear, celebrada en abril de 1988, se caracterizó por debates tal vez más activos y estimulantes de lo previsto. Se destacaron, entre otras, las reuniones relativas a la interfaz entre la seguridad nuclear y la protección radiológica, la evolución de los principios de protección radiológica, las normas de exención, las experiencias extraídas de accidentes (Chernobil, Goiânia) y, en particular, la reunión especial sobre las consecuencias prácticas de la relación lineal dosis-respuesta. La necesidad de mejorar la comunicación entre los expertos y el gran público fue un tema recurrente. En este artículo se resumen los aspectos fundamentales de algunas reuniones seleccionadas, comenzando con la reunión especial sobre la relación dosis-respuesta y sus consecuencias para la energía nuclear.

Relación dosis-respuesta

La hipótesis de la relación lineal dosis-respuesta que se aplica en la protección radiológica tiene consecuencias de largo alcance, y en muchos países se está convirtiendo en tema de intensos debates. Para apreciar mejor la relación dosis-respuesta y los problemas que plantea su aplicación en la práctica, se añadió una reunión especial al programa científico de la conferencia.

El análisis se limitó a las consecuencias, y no a la validez científica de la actual relación dosis-respuesta.

Antecedentes. Se destacó que la relación lineal dosis-respuesta sin umbral era el resultado de un proceso evolutivo de muchos años y no algo impuesto por los radiobiólogos a partir del comienzo de la protección radiológica. Si bien hay que eliminar muchas células para que se produzca una insuficiencia tisular (efectos no estocásticos), los efectos que dependen de la transformación de una célula son, y siguen siendo, probabilistas (efectos estocásticos). La dosis corporal nunca es nula. Como consecuencia de la radiación natural de fondo, una persona de mediana edad acumula una dosis del orden de 70 a 100 milisievert (mSv) (7-10 rem). A una edad determinada, el riesgo total es proporcional a la suma de la "dosis de fondo" y de cualquier aumento de dosis procedente de otras fuentes de radiación. La linealidad se refiere a los aumentos de dosis y riesgos. La aditividad de las dosis permite aplicar la protección

radiológica. En ese sentido, la linealidad es casi una necesidad para la aplicación de la protección radiológica.

Problemas prácticos. Se recordó que la probabilidad en sí misma es una medida complicada y que en la evaluación de la seguridad de la central hay implícitos tres tipos definidos de probabilidad matemáticamente diferentes, a saber, las cantidades estadísticas (fiabilidad de los componentes), las deducciones lógicas derivadas de razonamientos (por ejemplo, árboles de fallos y de sucesos), y las manifestaciones del grado de convicción (por ejemplo, el juicio de los expertos). A todos estos elementos, que unidos permiten conocer el comportamiento de la central, se suma la naturaleza probabilista de los patrones climáticos y la relación dosis-efecto. Así, al momento de evaluar el riesgo, el concepto de probabilidad está muy entremezclado y conduce a malas interpretaciones. Se sugirió tratar de encontrar otras características para describir las consecuencias de los accidentes.

En contraste con los problemas inherentes a "los casos de poca probabilidad y vastas consecuencias", otras contribuciones se refirieron a las dificultades que se experimentan en "los casos de gran probabilidad y pocas consecuencias", sobre todo en cuanto a la exención del control reglamentario. En varias ocasiones se destacó la importancia de llegar a un consenso internacional. (*Véase un artículo sobre este tema en la presente edición del Boletín.*)

También se explicó que se están tomando muchas medidas para disminuir la dosis colectiva (del público) y la individual (de los trabajadores) mediante el perfeccionamiento del diseño de las centrales, la planificación de las operaciones, y una mayor motivación en favor de la reducción de la dosis. Ahora bien, ¿qué debería hacerse en caso de que las dosis de los trabajadores aumentaran con la reducción de las dosis del público, o de que las dosis de los trabajadores disminuyeran y como resultado aumentarían los riesgos "convencionales"?

Cuando se presta una excesiva atención a la protección contra un riesgo considerado trivial se incurre en un gasto elevado e innecesario de recursos que podrían haberse empleado con más sensatez en salvar vidas.

No es necesario que el riesgo sea nulo para que se acepte algo. Tal vez éste sea considerable y se acepte en la vida diaria. A pesar de que corremos el gran riesgo de ser atropellados por un automóvil, caminamos por las

El Sr. Flakus es funcionario superior de la Sección de Protección Radiológica de la División de Seguridad Nuclear del OIEA.

calles. Este riesgo se reconoce fácilmente haciendo un recuento de las víctimas, método mucho más eficaz que los de protección radiológica. La cuestión fundamental es el interés jurídico. Hay muchos riesgos en la vida que no tienen umbral. El hecho de que se destaque el principio ALARA por su interés jurídico resulta de suma importancia. * Pese a que se da la impresión errónea de que los riesgos sin umbral son algo nuevo en la tecnología, hay muchas cosas en la vida para las que no existe un umbral. No obstante, tenemos límites que determinan la acción.

Comunicación. Una causa fundamental del temor injustificado a las radiaciones, o "radiofobia", es la terminología empleada. Con frecuencia se escuchan axiomas como aquél según el cual "no existe ningún nivel seguro de radiaciones". La palabra "riesgo", como término técnico, que es un número y una medida de la probabilidad de que ocurra un suceso improbable, entraña un "peligro inminente". Existen otras palabras mejores que riesgo. ¿Por qué no seguridad? Nada en la vida es totalmente seguro, pero algo puede ser extremadamente seguro. El hecho de que haya riesgo no significa que no haya suficiente seguridad. Las entidades encargadas de la protección radiológica deben entablar un diálogo que coadyuve a una mejor comprensión de la radiación.

Seguridad nuclear y protección radiológica

La interfaz entre la seguridad nuclear y la protección radiológica fue un tema oportuno e importante de la conferencia en vista de la enorme falta de comunicación que existe entre los ingenieros y los encargados de la protección radiológica, cuestión que se hace evidente al abordar los aspectos técnicos.

En una de las memorias se analizaron los criterios que se han de seguir en situaciones previstas, como por ejemplo, exposiciones que se supone ocurrirán con certeza, exposiciones inciertas con determinada probabilidad de que se produzcan, y situaciones imprevistas que entrañan exposiciones a radiaciones no previstas. En la memoria se analizaron aspectos de política a los que se enfrentará la comunidad encargada de la protección radiológica en los años venideros. La política de protección elaborada durante años por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) tiene por objeto proteger al hombre de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes y, al mismo tiempo, permitir la realización de actividades necesarias que pudieran ocasionar una exposición a las radiaciones. La política es limitada puesto que sólo se aplica a situaciones previstas y no a toda la gama de circunstancias. Es preciso adoptar otras medidas para que la seguridad radiológica pueda aplicarse plenamente. Las medidas necesarias rebasan el marco de la CIPR y requieren la participación de las organizaciones nacionales e internacionales encargadas de actividades vinculadas a la seguridad radiológica.

Del total de 2600 normas de protección radiológica que se calculan existen en el mundo, sólo el 10% son internacionales. Con todo, la importancia de las normas internacionales se acrecenta y obliga a realizar mayores

esfuerzos de armonización, dado el papel que éstas desempeñan como instrumentos para la transferencia de tecnología.

En la reunión también se abordó el contexto general de la evaluación de la seguridad en la evacuación de desechos, temas relacionados con la optimización y aspectos a largo plazo, y la importancia de los sucesos poco probables. Se llegó a la conclusión de que el uso simultáneo de varios enfoques era la mejor forma de vencer las dificultades en la evaluación de los resultados relacionados con las consecuencias ambientales a largo plazo y los sucesos poco probables.

Principios de protección radiológica

Gracias a la labor conjunta que efectuaron los comités sobre la reevaluación dosimétrica de los Estados Unidos y el Japón, en marzo de 1986 se creó un nuevo sistema dosimétrico (DS86) para medir las radiaciones provocadas por la bomba atómica. La Radiation Effects Research Foundation empleó este sistema para calcular de nuevo las dosis de exposición individual para los sobrevivientes, que hasta entonces se habían calculado sobre la base del sistema provisional de dosis de 1965 (T65D). Los datos relativos a la salud de los sobrevivientes se están volviendo a analizar con el empleo de las nuevas dosis. Se presentaron los principales resultados obtenidos hasta la fecha, aunque se señaló que los Estados Unidos y el Japón seguirían realizando de conjunto la reevaluación con miras a perfeccionar cualesquiera imprecisiones o incongruencias que pudiera aún presentar la nueva dosimetría. La conferencia no pudo responder aún las cuestiones concernientes a las consecuencias prácticas de los resultados.

Se ha propugnado que los conjuntos de datos sobre la incidencia de cáncer en los trabajadores de la industria nuclear se combinen para ayudar a evaluar el riesgo de cáncer con dosis bajas y tasas bajas de dosis. Ahora bien, hacer estas comparaciones plantea grandes dificultades. La cinética metabólica de los radioprotectores endógenos explica en gran medida la función lineal-cuadrática de la relación dosis-efectos que se ha observado experimentalmente. Diversas investigaciones han comenzado a confirmar la extrema radiosensibilidad de las neuronas humanas a la radiación de baja transferencia lineal de energía (TLE) y la relativa eficacia biológica para un emisor alfa típico. Estudios radioecológicos y antropológicos recientes de contaminación de plutonio en Maralinga (Australia meridional), han demostrado que los conceptos empleados para adoptar criterios de protección radiológica (basados en los hábitos de vida urbanos) pueden hacer que se subestime la exposición de los aborígenes nómadas a causa de sus hábitos de vida tan diferentes.

Reglamentación de la protección radiológica

Ocho países comunicaron prácticas de reglamentación que abarcaban una amplia gama de temas. Resultó alentadora la experiencia de la integración satisfactoria en un órgano único de las funciones de la seguridad nuclear y el control radiológico reglamentario. En general, se hizo hincapié en los problemas surgidos durante la revisión de las normas de protección radiológica.

* ALARA significa "el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse", teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.

Una de las cuestiones en que se centró el debate fueron las prácticas exentas de control reglamentario. Esencialmente, todos los materiales naturales en el medio humano son, en alguna medida, radiactivos. Dada la amplia presencia de radiactividad que se produce de modo natural y su muy bajo riesgo para el hombre, surgió la interrogante de a qué nivel de riesgo debería inquietarse la sociedad en relación con la presencia de materiales radiactivos en el medio ambiente. Se dieron a conocer los resultados y las recomendaciones de un estudio sobre la determinación de los niveles de dosis *de minimis* basados en los niveles de riesgo aceptables. En los dos últimos años se han celebrado diversos debates internacionales para establecer un consenso sobre los principios que regirían la exención de fuentes y prácticas de radiación del control reglamentario. Si bien se describieron estos logros internacionales, quedó claro que era preciso profundizar aún más en esta esfera. (Véase un artículo sobre este tema en la presente edición del Boletín.)

Protección radiológica en el trabajo

Se debatió acerca de las exposiciones profesionales que se producen en las instalaciones del ciclo del combustible nuclear, como, por ejemplo, en la explotación y clausura de centrales nucleoelectricas y en la reelaboración del combustible nuclear. No obstante, esas exposiciones ocurren también en las industrias de extracción de fosfatos y carbón, y en el espacio ultraterrestre, lo cual fue igualmente objeto de debate.

Se hizo una reseña del programa de cooperación técnica del OIEA sobre protección radiológica. Se destacó que las misiones de los Equipos de Asesoramiento en Protección Radiológica (EAPR), 30 de las cuales ya se han realizado, no son de inspección, sino que su objetivo más bien es analizar los problemas de protección radiológica y ayudar a brindar un método sistemático para mejorar las normas de protección radiológica en el país visitado. Ello se logra mediante una planificación exhaustiva de los programas de cooperación técnica, la capacitación de especialistas en protección radiológica y el asesoramiento para la creación o mejora del marco jurídico.

En un enfoque práctico de vigilancia radiológica para determinar la contaminación interna de los trabajadores, se ofrecieron detalles acerca de la forma en que se calcularon los niveles de investigación recientemente derivados para aplicarlos a los resultados del análisis biológico de los radionucleidos de uso más corriente.

Se examinó la exposición de los trabajadores en la industria del fosfato y la de los que manipulan las cenizas volantes en la industria del carbón, así como las mediciones basadas en dosímetros termoluminiscentes, análisis biológicos de orina y con revelado por ataque químico y la evaluación de la aberración cromosómica en la sangre. Los resultados indicaron que estos trabajadores debían considerarse sujetos a exposiciones profesionales, pese a que las leyes de protección radiológica no suelen abarcar esas industrias. Estos trabajadores reciben todos los años entre 1 mSv y 10 mSv, y se podría detectar una aberración cromosómica a niveles de dosis de 20 mSv luego de dos o tres años de exposición continua, afirmación esta que suscitó gran interés.

Organización de la conferencia

Por invitación del Gobierno de Australia, el OIEA organizó del 18 a 22 de abril de 1988, en Sidney (Australia), la Conferencia internacional sobre protección radiológica en energía nuclear. La conferencia se convocó a fin de proporcionar un foro para que los encargados de formular los reglamentos y los profesionales intercambiaren criterios internacionales sobre los principios de la protección radiológica, destacaran cuestiones importantes de actualidad, examinaran los problemas que se afrontaban en la aplicación de los principios de la protección radiológica y, cuando procediera, determinar soluciones genéricas. La organización anfitriona fue el Departamento de Industrias Primarias y Energía. La conferencia se celebró después del séptimo Congreso Mundial de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (AIPR) convocado en el mismo lugar. Mientras el congreso de la AIPR se orientó hacia la práctica de la protección radiológica y en él se presentaron numerosos aportes a la protección contra la radiación no ionizante, la conferencia del OIEA se centró en los principios, criterios y cuestiones normativas de la protección radiológica. Ambas reuniones se enlazaron con una recepción ofrecida el 17 de abril de 1988, auspiciada conjuntamente por el Gobierno de Australia, la AIPR y el OIEA, ocasión que sirvió para conmemorar el 60° aniversario de la fundación de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Más de 320 expertos de unos 50 Estados Miembros y seis organizaciones internacionales —la CIPR, la AIPR, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), la Comisión Electrónica Internacional (CEI), la Organización Internacional de Normalización (ISO)— asistieron a la conferencia del OIEA. Se presentaron ochenta y dos memorias de 27 Estados Miembros (incluidas ocho de Australia, país huésped) y cuatro organizaciones internacionales.

Las memorias se presentaron en diez reuniones científicas que abarcaron los temas siguientes:

- seguridad nuclear y protección radiológica (8 memorias)
- evolución de los principios de protección radiológica (8 memorias)
- reglamentación de la protección radiológica (13 memorias)
- optimización y ayuda a la adopción de decisiones (12 memorias)
- protección radiológica profesional (9 memorias)
- limitación de las emisiones de radiactividad (5 memorias)
- evacuación segura de desechos radiactivos (6 memorias)
- consecuencias radiológicas de las instalaciones nucleares (5 memorias)
- planificación de la respuesta en caso de accidente (3 memorias)
- experiencias extraídas de los accidentes (8 memorias).

Además, en el programa se incluyó una reunión especial titulada: "Relación dosis-respuesta: consecuencias para la energía nuclear", en la que se presentaron cinco memorias, y una reunión de un grupo de expertos sobre "Protección, educación y capacitación radiológicas".

El Hon. Sr. John Kerin, Ministro de Industrias Primarias y Energía, pronunció el discurso oficial de bienvenida, y el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, inauguró oficialmente la conferencia. El OIEA publicará las actas de la conferencia.

Se informaron progresos en el análisis de la distribución de la dosis y las tendencias por categoría laboral para los trabajadores de la esfera nuclear. De un

registro nacional de dosis se extraen los datos sobre las exposiciones para evaluar el cumplimiento de las normas y definir las esferas en que quizás sea necesario mejorar el control de las exposiciones y la presentación de los datos sobre las dosis recibidas.

Se ofreció una reseña de la vigilancia radiológica profesional en la planta de Sellafield, donde se reelabora combustible nuclear. En la actualidad se emplean en gran escala tomadores de muestras de aire personales (que utilizan más de 2000 trabajadores de la planta) y estas mediciones se complementan con la vigilancia radiológica corporal y la toma de muestras de orina.

Se han estudiado asimismo los datos de unos 50 casos de autopsia corporal parcial para evaluar la distribución en el organismo (fundamentalmente en el hígado y la superficie ósea). También se está realizando un estudio epidemiológico de unos 7000 trabajadores y ex trabajadores que incluye la reevaluación de los resultados de unas 250 000 muestras de orina.

Limitación de las liberaciones radiactivas

Al principio de esta reunión se explicaron a grandes rasgos las limitaciones establecidas para las descargas radiactivas en los países europeos. Aunque existe una estructura común, la aplicación detallada de éstas depende de cada uno de los Estados Miembros de la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), de ahí que las prácticas varíen significativamente. No obstante, a pesar de las variaciones, todos los países se rigen por el principio ALARA. Se han celebrado debates para analizar la posibilidad de utilizar un confín superior además del ALARA, o establecer normas de emisión sobre la base de la mejor tecnología disponible. El enfoque ALARA es considerado el más equitativo y eficaz.

Otras contribuciones giraron en torno a los modelos utilizados para calcular la dosis resultante de un reactor de investigación y de la descarga al mar de los desechos de una planta de reelaboración. Se expuso a grandes rasgos la política y el enfoque de reglamentación adoptados en un país con respecto a la gestión de las colas de extracción del uranio.

Evacuación de desechos radiactivos

Se presentaron cuatro memorias relativas a los repositorios de desechos radiactivos y dos sobre las posibles consecuencias de la evacuación de desechos radiactivos en el océano. Se describió un programa de colaboración internacional en que se estudia la migración de productos transuránicos naturales y de fisión. En la primera parte del estudio, se analizó la migración en torno a cuatro masas de mineral de uranio. En los tres próximos años el estudio se concentrará en una sola masa de mineral. Se considera que las condiciones estudiadas representan un caso de repositorio profundo en las peores circunstancias. Los resultados han indicado hasta el momento un movimiento de uranio de sólo 80 metros en un millón de años.

Se describió un programa para seleccionar un emplazamiento geológicamente idóneo para el almacenamiento de desechos. Hasta 1990 se estudiarán los emplazamientos de granito, arcilla, sal y esquistos con objeto de conceder una licencia en 1995. (Entre los

criterios de diseño para el almacenamiento se incluye un límite de dosis al público de 1 mSv anual y un factor de riesgo aceptable de 10^{-5} .) Los estudios indican que es probable que la penetración tenga pocas consecuencias radiológicas.

Se sugirió un sistema de enfriamiento por termosifón para los desechos nucleares almacenados que requieren una permeabilidad por metro cuadrado de 10^{-12} m^2 o mayor (equivalente a arena compactada) y la presencia de agua. Se adujo que dicho sistema podría reducir la temperatura de los paquetes de desechos en un factor de dos, reduciendo así la tensión térmica. Este sistema tiene la ventaja de que no posee partes móviles. Además, la corrosión se reduciría y algunos actínidos, de liberarse del paquete, se depositarían en el circuito del termosifón.

También se describieron las pruebas efectuadas al sistema australiano Synroc (material sintético), para el cual la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nucleares (ANSTO) tiene en funcionamiento una planta piloto en Lucas Heights. Unas 3500 pruebas de lixiviación han indicado que la pérdida de matriz equivale a una tasa de erosión de cerca de 1 milímetro cada 100 años. Se hizo una comparación entre el almacenamiento de desechos mediante el sistema Synroc en vidrio de borosilicato y en forma de elementos combustibles. Se adujo que el comportamiento del Synroc es superior a los demás sistemas y que se espera que su costo sea inferior al de la vitrificación.

En otros documentos se señaló que, pese a que la CIPR alega lo contrario, con la protección del hombre no se garantiza forzosamente la protección adecuada de las demás especies. Se presentaron modelos dosimétricos para animales marinos que indicaron tasas de dosis al parecer significativas para estas criaturas. Para ilustrar los problemas que posiblemente se plantearían para las especies no humanas, se señaló el caso de una foca que comiera al año tres toneladas de peces adecuados para el consumo humano, con la consiguiente tasa de dosis anual de 36 miligray.

Planificación de la respuesta en caso de accidente

Se describieron los problemas que acarrea el establecimiento de los niveles derivados de intervención y se propuso la fijación de "niveles máximos de radiactividad permitidos" con otra solución a este complejo problema. Se analizó la necesidad de establecer niveles derivados de intervención internacionalmente aceptados para la concentración de actividad en los alimentos. De ser aprobadas por el Codex Alimentarius, en 1989 deberán publicarse las directrices propuestas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), directrices éstas que permitirían adoptar un enfoque unificado respecto de la protección del público contra los alimentos contaminados.

Se afirmó que el Codex Alimentarius representa los criterios de los especialistas sanitarios y los agricultores, y que en algunos países niveles bajos de contaminación estaban ocasionando una preocupación innecesaria.

La cuestión de la asignación de valores universales a los niveles derivados de intervención en los alimentos, por ejemplo, también ha revelado un problema de

comunicación. Varios oradores señalaron que la adopción de prácticas diferentes por los distintos países puede provocar confusión y ansiedad entre el público. La comunicación entre los países con miras a elaborar estrategias comunes en estas esferas puede contribuir significativamente a lograr la comprensión del público. Al respecto se formuló la observación pertinente de que si de verdad se quiere establecer comunicación con el público, es preciso aprender algunas técnicas en esta esfera. Todo parece indicar que la actitud del público está determinada más por la forma en que actúan los protagonistas en los debates públicos que por el contenido intelectual de sus diálogos. Los protagonistas suelen poseer una alta calificación en las técnicas de comunicación y en el manejo de los medios de difusión. Por ello, para entablar un debate ante el público, hay que aprender cómo hacerlo y no suponer que un mayor conocimiento científico garantiza el triunfo.

Experiencias en materia de accidentes

Se ofreció una información general acerca de las consecuencias radiológicas del accidente de Chernobil en la

Unión Soviética, así como de las medidas adoptadas para mitigar su repercusión. Se señaló que las medidas correctoras redujeron sustancialmente la exposición externa e interna. Ente ellas se incluían las medidas de protección en gran escala, la evacuación temprana de una parte de la población, la profilaxis estable con yodo, el establecimiento de normas provisionales en relación con la contaminación radiactiva permisible y la limitación del consumo de alimentos contaminados, así como la introducción de medidas agrotécnicas especiales. La protección radiológica de la población y de los grupos de respuesta de emergencia dentro de una zona de 30 km de radio en la etapa inicial, y más aún, en los períodos posteriores, sólo es posible cuando se han establecido con anterioridad normas preliminares estrictas en materia de exposición radiológica que sirvan de guía a los encargados de adoptar decisiones en circunstancias difíciles y complejas. Además, debe existir una infraestructura bien desarrollada, incluso una red de vigilancia radiológica del medio ambiente que funcione y esté dotada de los equipos de espectrometría, dosimetría y radiometría gamma necesarios.

Fragmentos del discurso pronunciado por el Honorable Sr. John Kerin, Ministro de Industrias Primarias y Energía

"Los riesgos que entrañan las radiaciones para la salud han sido objeto de intenso debate y preocupación en muchas comunidades del mundo entero, incluida Australia. El tema de esta conferencia, la protección radiológica en la esfera de la energía nuclear, ofrece una oportunidad para examinar el carácter y los resultados de los sistemas de protección vigentes. El gran interés de Australia por la protección radiológica dimana de su condición de productora de uranio, de signataria de acuerdos internacionales y nacionales sobre el uso de materiales nucleares y la prevención de la proliferación de los armamentos nucleares, y de nación que lleva a cabo actividades de investigación y desarrollo en la esfera de la ciencia y la tecnología nucleares. Estas actividades, a su vez, amplían la gama de métodos de protección radiológica para abarcar desde los relativos a las sustancias radiactivas de período muy largo, como por ejemplo el uranio, el torio y el radio, que se encuentran en la extracción y el tratamiento de los minerales radiactivos, hasta los que se aplican a los radisótopos de período muy corto utilizados en medicina nuclear.

"Australia posee el 29% de las reservas de uranio de bajo costo del mundo occidental. Si bien estos recursos no son importantes desde el punto de vista nacional como fuente de energía, la industria australiana del uranio satisface el 10% de la demanda de uranio del mundo occidental, y como tal, el Gobierno australiano trata de garantizar una protección radiológica máxima en toda la industria de la energía nuclear. Además, la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nucleares (ANSTO) produce radisótopos para su uso en el país y en toda la región del Pacífico. Estos productos se aplican en múltiples esferas convencionales de la industria y la medicina, como, por ejemplo, en la evaluación de las aguas subterráneas, el mejoramiento de los cultivos alimentarios, el traslado de materiales por tuberías, el control de la contaminación ambiental y el diagnóstico y tratamiento médicos.

"La labor del OIEA es fundamental para la utilización segura de la energía nuclear con fines pacíficos. El Organismo establece y adopta normas de seguridad para la protección de la salud, la vida y la propiedad en todas las industrias de tecnología y energía nucleares. Las

recomendaciones del OIEA en forma de códigos de práctica y guías de seguridad, conforman la base de las normas que adoptan muchos países para la protección radiológica de los trabajadores y el público en general. El OIEA también se encarga de salvaguardar los materiales nucleares contra su desvío hacia el ciclo de los armamentos nucleares. La responsabilidad del OIEA en la esfera de la seguridad nuclear ha aumentado considerablemente con el tiempo, y la aplicación de la tecnología nuclear, así como los programas de energía nucleoelectrónica, tienen ahora alcance mundial.

"Australia ha participado en las actividades del OIEA desde su creación. Fue miembro del Grupo de trabajo de las Doce Potencias establecido en 1955 con objeto de examinar un proyecto de estatuto para el Organismo que se proponía crear. Después de 1956, Australia pasó a ser miembro de la Junta de Gobernadores de la nueva organización.

"Australia sigue participando y mostrando vivo interés en las actividades y los objetivos del OIEA. Por ejemplo, ayudó a elaborar las Convenciones sobre la pronta notificación y sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica y es parte en ellas. Asimismo, hemos participado activamente en los comités y grupos de trabajo creados por el OIEA con objeto de elaborar otros códigos de práctica internacionalmente aceptados, incluso en el Grupo asesor permanente sobre transporte sin riesgo de materiales radiactivos, que elaboró el reglamento del OIEA tan ampliamente utilizado en esta esfera, y en los grupos encargados de elaborar los códigos del OIEA sobre protección radiológica en la extracción y el tratamiento de minerales radiactivos y la gestión de desechos radiactivos. Australia contribuye también a la publicación del OIEA sobre investigaciones en materia de gestión de desechos y temas referentes a la salud, y participa en los programas del Organismo dedicados a esferas tales como la higiene y la seguridad del trabajo y el análisis de elementos tóxicos en los alimentos. Mediante el Acuerdo de Cooperación Regional, Australia contribuye a crear una infraestructura de protección radiológica en los países de la regiones de Asia y el Pacífico."

Fragmentos de la alocución pronunciada por el Dr. Hans Blix, Director General del OIEA, en la Conferencia del OIEA sobre protección radiológica en energía nuclear

En su alocución, el Director General del OIEA rindió tributo a la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), que celebra su 60° aniversario en 1988.

"En el mundo actual la responsabilidad por la seguridad del ser humano en las esferas más diversas recae en los organismos políticos, sobre todo en los gobiernos. En este contexto, se ve con agrado el hecho de que el principal organismo internacional encargado de los principios de la protección radiológica de base científica funcione con independencia de los gobiernos y esté formado exclusivamente por científicos de todo el mundo. En una época en que suele criticarse a los científicos por penetrar en los secretos de la vida y la materia sin prestar atención a sus consecuencias, es sorprendente comprobar que los científicos que se han ocupado de las radiaciones ionizantes se hayan percatado no sólo de los posibles beneficios de estas radiaciones, sino también de sus riesgos, y que desde una etapa muy temprana comenzaran a establecer, sobre bases científicas, los principios que deberían observarse con miras a lograr la seguridad radiológica. Era tal la competencia de este órgano científico que sus recomendaciones en materia de protección radiológica se han ganado el reconocimiento mundial.

"El carácter puramente científico y no burocrático de la CIPR, que ha sido y sigue siendo su mayor virtud, presupone la existencia de organizaciones encargadas de la tarea más práctica de traducir los principios en reglamentos y aplicarlos: esa es la tarea de los gobiernos y las organizaciones intergubernamentales.

"Me complace decirles que, desde su fundación en 1957, el OIEA ha mantenido una cooperación muy estrecha y fructífera con la CIPR y se ha apoyado en las conclusiones a que ha llegado esta Comisión. El Organismo ha sido el instrumento con que los gobiernos han cooperado para transformar los principios formulados por la CIPR en requisitos normativos y prácticos internacionalmente acordados.

"La aplicación de estos requisitos se deja a la vasta comunidad de expertos en protección radiológica. Aprovecho esta oportunidad para felicitar a la Asociación Internacional de Protección Radiológica (AIPR), de la que son miembros 12 000 de esos expertos, y que acaba de concluir felizmente su séptimo Congreso Mundial. Puedo informar a los miembros de la Asociación que el OIEA está ampliando significativamente la asistencia y los servicios que presta a los Estados Miembros en la elaboración de los reglamentos adecuados y los mecanismos precisos para supervisar y garantizar su aplicación. Si la energía nuclear y todas las posibilidades de las radiaciones ionizantes para múltiples propósitos en la medicina, la agricultura y la industria han de utilizarse y aceptarse con confianza por la mayoría del público, es esencial que se formulen reglamentos prudentes y que se apliquen cabalmente.

"Si bien las entidades encargadas de la protección radiológica pueden enorgullecerse de los logros alcanzados al respecto, estoy seguro de que no se dormirán en los laureles, sino que ayudarán a seguir fortaleciendo la cooperación internacional en la protección radiológica. El éxito en la armonización de las normas de protección a escala internacional aumentará la confianza del público en esas normas. Si no se logra tal armonización, se menoscabará esa confianza, como sucedió cuando se fijaron niveles de intervención sumamente divergentes para los alimentos a raíz del accidente de Chernobil. Propongo que las entidades encargadas de la protección radiológica también hagan frente a la tarea —nada fácil para los científicos— de explicar al público, en un idioma comprensible, las ventajas del uso responsable de las radiaciones ionizantes y las medidas que pueden y deben adoptarse para que esa utilización sea segura. Si fracasamos en este empeño, puede ocurrir que el público, temeroso ante las nuevas y numerosas amenazas que se ciernen sobre nuestro mundo, no crea en la posibilidad de utilizar la energía nuclear en condiciones de seguridad, lo que sabemos no sólo puede lograrse, sino que redundará en su propio beneficio".

Se abordaron los problemas de organización, metodología e instrumentación. Fue preciso abarcar una gama de tasas de dosis de seis órdenes de magnitud en la zona de 30 km de radio que circundaba el reactor dañado. Se utilizaron muchos instrumentos diferentes y, en consecuencia, se afrontaron problemas con distintas respuestas energéticas y calibraciones, situaciones en que se requieren instrumentos sencillos, fiables y compactos. Otro problema fue el transporte de la contaminación de la zona interna como resultado del desplazamiento de las personas.

Se indicó que la confianza en la energía nuclear sólo podría recuperarse si los riesgos de otras industrias se evaluaran del mismo modo que en la industria nuclear y si se pudiera llegar a un acuerdo sobre la hipótesis lineal, sin umbral, hipótesis que se describió como contraria al sentido común.

En dos documentos se describió el sistema de vigilancia ambiental, así como la medición y dosimetría del yodo 131. En los decenios de 1950 y 1960 se estableció el sistema de vigilancia y control ambientales para medir la precipitación radiactiva proveniente de los ensayos de armamentos. Ese sistema se amplió y modificó en los

años setenta con el desarrollo de la energía nuclear. Después del accidente de Chernobil, las mediciones con la cámara de ionización realizadas en Budapest ascendieron a 400 mGy/hora. Se prohibió beber agua del Danubio y se controló el consumo de productos lácteos y verduras. El yodo 131 fue la principal fuente de exposición a corto plazo. Las incorporaciones tuvieron una distribución logarítmica normal con una mediana de alrededor de 200 bequerelios. Es interesante señalar que la ingestión resultó ser una vía más importante que la inhalación.

Se comprobó que las mediciones simples no permitían evaluar las consecuencias para la salud. Las informaciones y discrepancias de los medios de difusión en torno a las mediciones hicieron que aumentara la ansiedad del público.

Se describieron las mediciones de cesio 137 realizadas a 42 residentes de Viena con un contador de radiactividad corporal con blindaje de sombra. Los niveles más altos se alcanzaron de abril a mayo de 1987, cuando el valor individual máximo fue de 67 kilobequerelios. Otras mediciones mostraron una mayor incorporación entre los atletas, lo que indica que estos últimos y los niños son los grupos de mayor riesgo.

En la conferencia se debatió también el último accidente de importancia ocurrido en Goiânia (Brasil), en el que intervino una fuente de radioterapia de cesio 137. Se examinaron unas 112 000 personas y se comprobó que 249 estaban contaminadas. Las dosis más altas fluctuaron entre cuatro y siete gray. El nivel de contaminación y las difíciles condiciones en que fue preciso realizar la vigilancia impresionaron a los participantes en la conferencia. Desafortunadamente, este es un tipo de accidente que puede ocurrir en cualquier país. Se ofreció información sobre los pacientes, la vigilancia radiológica de la población de Goiânia, la recuperación de la fuente, la identificación, la caracterización y el aislamiento de las zonas contaminadas, los trabajos preparatorios para las operaciones de limpieza y profesional de las personas que participaron en las operaciones, la vigilancia del medio ambiente y de las personas, así como la cooperación y la asistencia técnica prestadas por diversas organizaciones.

Como resultado del accidente de Goiânia, el 31 de diciembre de 1987, cuatro personas habían fallecido por sobreexposición grave, y a un paciente le había sido amputado el brazo derecho. Se han realizado algunas operaciones quirúrgicas de menor envergadura a pacientes con radiodermatitis. Cincuenta personas están sometidas a un programa de control médico periódico. Entretanto, en las zonas originalmente contaminadas de Goiânia se ha permitido nuevamente el acceso al público, con excepción de algunas zonas pequeñas. Muchas de las personas evacuadas han regresado a sus antiguos lugares de residencia.*

En realidad, existen instalaciones que requieren se les preste asistencia internacional. Se describió el centro de asistencia y capacitación de la OMS para casos de emergencia radiológica. Esta institución proporciona servicios locales, nacionales e internacionales de respuesta de emergencia para la gestión médica de los accidentes radiológicos. En 1980 fue designado Centro de Colaboración de la OMS de Asistencia en Casos de Emergencia Radiológica para el Hemisferio Occidental.

Se ofreció una reseña histórica de los accidentes ocurridos en el mundo desde 1944 hasta marzo de 1988 en que han intervenido fuentes selladas. Según el Oak Ridge Radiation Accident Registry of the Radiation Emergency Assistance, aproximadamente el 48% de los 296 accidentes debidos a radiaciones han sido resultado directo de percances ocurridos con fuentes radiactivas selladas. Se señaló que era preciso que el público conociera la peligrosidad de esas fuentes, que se perfeccionara la capacitación técnica de los radiógrafos, y que el Gobierno ejerciera un control total sobre todos los productos y dispositivos radisotópicos para poner fin a estas lamentables experiencias.

Conclusiones de la conferencia

● Si bien la reunión sobre optimización y ayuda a la adopción de decisiones no mostró nuevos adelantos, en ella se puso de manifiesto que cada vez se recurre más

a la optimización en la protección radiológica y que ésta es una esfera en desarrollo.

● Al parecer, con el tiempo ha habido una clara tendencia hacia el cálculo de dosis colectivas inferiores por unidad, pese al incremento de la capacidad de generación de energía nucleoelectrónica.

● Se publican muy pocos datos en la literatura accesible al público sobre las dosis que reciben los trabajadores durante la realización de su trabajo.

● Los niveles de concentraciones de radionucleidos posteriores al accidente de Chernobyl, y las dosis resultantes, son inferiores a lo previsto.

● Los programas de capacitación deberían centrarse en un enfoque de "capacitación de capacitadores". Sería muy conveniente crear una base de datos de materiales didácticos.

● Sería útil avanzar hacia la adopción de estrategias de reglamentación que eximieran las prácticas y fuentes generadoras de dosis individuales y colectivas insignificantes.

● Es preciso elaborar normas de protección radiológica de modo que las disposiciones no sean demasiado específicas y puedan adaptarse a los cambios.

● Se recalcó en reiteradas ocasiones la importancia del papel que desempeñan los organismos internacionales (el OIEA y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) en la elaboración de los criterios de exención.

● Se presentó un estudio dosimétrico de los sobrevivientes de Hiroshima y Nagasaki. Aun así, durante la conferencia no pudo abordarse con suficiente amplitud lo que esos resultados entrañarían para la protección radiológica.

● Será preciso estudiar con más detenimiento la forma de incorporar las ideas probabilistas a la metodología de evaluación de riesgos.

● Aunque la base científica de la relación lineal dosis-respuesta no se debatió en detalle —se había señalado que sin este supuesto sería imposible lograr una protección radiológica eficaz— se puso en claro que ningún riesgo en la vida tiene un umbral establecido y que el concepto "sin umbral" no es nuevo. No obstante, se señaló que en la vida cotidiana se utilizan umbrales y límites y que es necesario introducir algún tipo de umbral en la protección radiológica a fin de evitar continuos malentendidos.

● Se llegó a la conclusión de que hasta el presente los órganos de reglamentación no están preparados para examinar en toda su dimensión algunos de los conceptos antedichos, y que incumbía a las comunidades de seguridad nuclear y protección radiológica mejorar esta situación.

La principal conclusión que se extrajo de la conferencia es que hay que realizar más actividades encaminadas a esclarecer las consecuencias de la relación lineal dosis-respuesta sin umbral; idear más conceptos prácticos y perfeccionarlos (por ejemplo, introducir un "umbral de riesgo"); contribuir a la solución de los problemas de comunicación que existen; y esclarecer las repercusiones de la nueva dosimetría de Hiroshima y Nagasaki.

* Sobre la base de los resultados de una conferencia internacional de expertos para el examen del accidente de Goiânia, celebrada en el Brasil en julio de 1988, el OIEA está elaborando un informe general sobre este incidente.