

Enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear: Se reducen las desigualdades

El OIEA hace más hincapié en la ayuda a las autoridades nacionales para que fortalezcan el desarrollo de sus recursos humanos

La enseñanza y la capacitación son indispensables para el desarrollo de los recursos humanos en todas las ramas de la industria a escala mundial. Por lo que respecta a la industria nuclear, durante los últimos años se han intensificado los esfuerzos en este sentido. En su plan de programas hasta el año 2000, el OIEA ha concedido mucha importancia al desarrollo de los recursos humanos en las esferas de la seguridad nuclear y radiológica, en correspondencia con su actual hincapié en la prestación de asistencia técnica con miras a fortalecer las infraestructuras nacionales y promover la utilización segura de tecnologías nucleares para aplicaciones con fines pacíficos en diversas esferas.

En septiembre de 1993, la Conferencia General del OIEA aprobó el programa de enseñanza y capacitación en materia de protección radiológica y seguridad nuclear para 1994-1998. En el presente artículo se ofrece un examen panorámico del programa dentro del contexto de los acontecimientos mundiales ocurridos en la esfera nuclear, las prioridades y necesidades nacionales y las normas de política.

El contexto de los acontecimientos

La búsqueda de la excelencia en materia de seguridad nuclear y radiológica exige la adopción de un enfoque integrado de la enseñanza y la capacitación. En términos generales, la protección radiológica y la seguridad nuclear son esferas multidisci-

plinarias que comprenden elementos conexos de la física aplicada, la química, la biología, la tecnología nuclear y otras esferas especializadas. Sin embargo, con respecto al desarrollo de los recursos humanos, existen importantes diferencias y necesidades y problemas específicos. Algunas diferencias y problemas emanan de la amplia diversidad y alcance de las aplicaciones nucleares y radiológicas.

Hoy día en todo el mundo se ha generalizado el uso de tecnologías de las radiaciones y fuentes radiactivas, principalmente en la medicina (radiología con fines de diagnóstico, radioterapia, medicina nuclear), la industria, la agricultura y la investigación.

Por ejemplo, se calcula que en el campo de la medicina:

- se utilizan anualmente más de 400 000 aparatos de rayos X para diagnóstico en alrededor de 1200 millones de exámenes radiográficos médicos;
- se realizan al año 320 millones de exámenes radiográficos dentales;
- hay instaladas en todo el mundo 10 000 cámaras gamma, que sustentan diversos procedimientos de medicina nuclear;
- se efectúan 22 millones de aplicaciones *in vivo* de radisótopos (medicina nuclear) todos los años;
- se aplica terapia de radiaciones a más de 4 millones de pacientes cada año; y
- se han establecido en más de 60 países programas médicos ordinarios que utilizan técnicas nucleares.

Hay indicios de que en todo el mundo aumentan las exposiciones de la población derivadas del uso de radiaciones ionizantes con fines terapéuticos y de diagnóstico. Gran parte de este aumento se puede explicar por razones clínicas, sobre todo en los países en desarrollo, donde aún no se dispone de servicios médicos suficientes. Según el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio

por Karol Skornik

El Sr. Skornik es funcionario de la División de Seguridad Nuclear del OIEA.

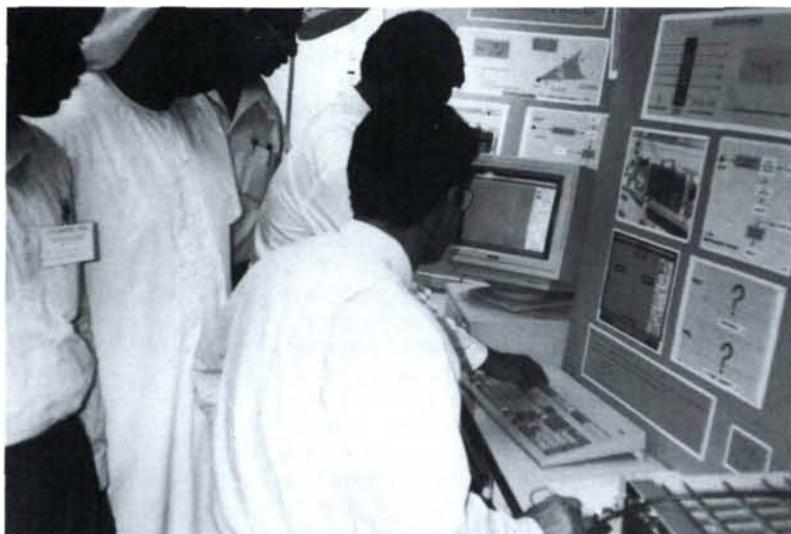
de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), en el año 2000, la dosis colectiva que recibirá la población mundial a causa de las radiaciones médicas probablemente habrá aumentado en el 50%, y en el 2025, puede ser más del doble.

En los dos últimos decenios el tratamiento por irradiación ha aumentado a un ritmo estable, del 10% al 15% anuales, sobre la base del número y la potencia nominal total de las fuentes de radiación instaladas. En 42 países se están explotando más de 135 irradiadores gamma industriales y unos 400 aparatos de haces electrónicos. Los productos tratados por irradiación incluyen alimentos, suministros médicos y hospitalarios, artículos sintéticos y de goma, y alambres y cablería. El valor total de estos productos se calcula en más de 2000 millones de dólares anuales de los EE UU.

En los sectores industriales están muy difundidas las aplicaciones de radiaciones ionizantes, como por ejemplo, las técnicas que emplean radiotrazadores para medir el movimiento de fluidos o detectar fugas. La gammaradiografía, como parte del ensayo no destructivo de materiales, también se emplea ampliamente en la inspección de defectos de piezas fundidas, la detección de defectos de soldadura en tuberías y contenedores, y la optimización de los métodos de fundición de piezas antes de la producción en masa. Las industrias petrolera y de gas emplean habitualmente radisótopos en la diagrafía de pozos, en la prospección de recursos naturales y en investigaciones geofísicas. Varios instrumentos de medición industriales y productos de consumo se basan en el uso de fuentes de radiación o están relacionados con ellas.

En lo tocante a la agricultura, a escala mundial se siembran, en varios millones de hectáreas, casi 1000 variedades de cultivos derivadas de mutaciones radioinducidas que rinden utilidades económicas calculadas en miles de millones de dólares. Además, el empleo de las técnicas de radiación en la lucha contra las plagas ha ayudado a combatir la merma de cultivos ocasionada por los insectos y la pérdida de ganado a causa de enfermedades difundidas por insectos.

Especialistas en un curso de capacitación del OIEA sobre protección radiológica.



Tal vez el más visible de los beneficios obtenidos de la radiación ionizante sean las 430 centrales nucleares que funcionan actualmente en el mundo, las cuales, en conjunto, representan más del 16% del total de la producción mundial de electricidad. Se están construyendo otros 55 reactores de potencia para satisfacer la demanda de energía eléctrica fiable. Al final de 1993, la experiencia operacional acumulada con reactores nucleares civiles a nivel mundial sobrepasó los 6500 años. En esa fecha también funcionaban en 59 países 301 reactores de investigación dedicados a apoyar estudios analíticos en muchas esferas científicas y a producir radisótopos para la medicina, la industria y la agricultura. Entre estos figuran 51 reactores de 18 países que se utilizan con fines de capacitación.

Esa variedad de usos de las radiaciones ionizantes indica el alcance internacional de las necesidades de enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear. Los programas elaborados a este efecto deben tener en cuenta las prácticas que en un número cada vez mayor de instalaciones, laboratorios y lugares de trabajo utilizan radiaciones ionizantes, fuentes de radiación, o técnicas nucleares.

Aspectos infraestructurales. Existe un amplio conjunto de normas de seguridad radiológica y nuclear que incluye normas internacionales. Sin embargo, ello no es garantía de que se apliquen buenas prácticas de seguridad. Se requiere una infraestructura nacional adecuada para que la aplicación de las normas de seguridad alcance y mantenga el nivel deseado de protección y seguridad. Se considera que la infraestructura comprende, en esencia, los siguientes elementos principales:

- una legislación y un reglamento que establezcan requisitos jurídicos, técnicos y administrativos;
- un sistema de aplicación de la legislación por conducto de mecanismos reglamentadores, como por ejemplo, la notificación, el registro, la concesión de licencias, la inspección, y el asesoramiento sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad;
- recursos humanos y conocimientos especializados a todos los niveles, que abarquen desde un trabajo altamente calificado, incluida la formulación de políticas y la investigación y el desarrollo, pasando por esferas especializadas de aplicación, hasta el apoyo técnico para operaciones y servicios ordinarios;
- una base técnica competente para la prestación de diversos servicios de seguridad, tales como vigilancia radiológica (dosimetría del personal, calibración de instrumentos, vigilancia ambiental), mantenimiento del equipo y los componentes, y capacidades de respuesta a emergencias; y
- recursos para establecer y ejecutar el programa nacional de seguridad radiológica.

El alcance de la infraestructura nacional tiene que ser compatible con el nivel y el volumen de las actividades tecnológicas nucleares que exigen medidas de seguridad, las cuales abarcan desde la producción de electricidad en centrales nucleares hasta otras aplicaciones de la radiación ionizante.

Hay diferencias entre los Estados Miembros del OIEA en lo que respecta a la aplicación de tecnologías nucleares y a la existencia de infraestructuras de seguridad conexas, de ahí que también sean diferentes sus necesidades y capacidades para enseñar y

capacitar adecuadamente a los nacionales. La política del Organismo en materia de enseñanza y capacitación refleja estas diferencias. Los programas pertinentes se ajustan según los distintos grupos de países. Se hace hincapié en aquellas esferas de la protección radiológica y la seguridad nuclear que están en armonía con las necesidades y prioridades establecidas por esos países en sus programas nacionales de desarrollo de recursos humanos. En este contexto, el programa nacional de enseñanza y capacitación se considera parte esencial del sistema nacional destinado a dar a conocer a profesionales, técnicos y público en general los beneficios y los riesgos asociados al uso de la radiación ionizante.

Análisis de las necesidades

La protección radiológica y la seguridad nuclear son fundamentalmente una responsabilidad nacional. Todos los países que utilizan la radiación ionizante o están comprometidos con programas nucleoelectrónicos, realizan alguna actividad de enseñanza y capacitación en esas esferas. Con todo, para muchos países en desarrollo todavía resulta difícil instituir y/o ejecutar programas de esa índole debido a limitaciones presupuestarias, escasez de maestros calificados y otras deficiencias de infraestructura. De ahí que cada vez sean más conscientes de los beneficios que en tal sentido pueden reportar la cooperación y la armonización internacionales.

Al analizar las necesidades de sus Estados Miembros, el Organismo se ha servido de los conocimientos y experiencia adquiridos mediante su programa de cooperación técnica (específicamente en este caso, los servicios de seguridad y los proyectos interregionales, regionales y nacionales) y sus actividades ordinarias, como conferencias, simposios, seminarios y otras reuniones técnicas. Los servicios de seguridad del OIEA en la esfera de la protección radiológica y la seguridad nuclear incluyen los siguientes órganos: el Equipo de asesoramiento en protección radiológica (RAPAT); el Grupo de examen de la seguridad operacional (OSART); el Grupo de evaluación de sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad (ASSET); el Grupo Internacional de Examen de la Situación Reglamentaria (IRRT); la Evaluación Integrada de la Seguridad de Reactores de Investigación (INSARR); y el Servicio de examen de la seguridad técnica (ESRS).

Protección radiológica. El análisis de las conclusiones de las misiones RAPAT subraya la importancia de fortalecer la cooperación internacional en la esfera de la protección radiológica. Existen pruebas de que en más de la mitad de los Estados Miembros del OIEA los *mecanismos de control de la seguridad contra las radiaciones* son inadecuados. Muchos países sencillamente carecen de la infraestructura necesaria para aplicar una política de seguridad basada en las recomendaciones internacionales. En algunos países, las instalaciones nacionales de protección radiológica son inadecuadas; en otros, varias instituciones reclaman la responsabilidad; y en varios, incluidos los Estados Miembros de incorporación relativamente reciente al Organismo, aún no se han designado las autoridades nacionales com-

petentes. Es muy frecuente que no existan una legislación básica ni un reglamento actualizado de apoyo.

Varios accidentes radiológicos ocurridos fuera de la esfera de la energía nucleoelectrónica han destacado la importancia de los mecanismos de control de la seguridad. Por ejemplo, un examen internacional efectuado por el OIEA a raíz de un grave accidente radiológico ocurrido en una instalación industrial de irradiación de San Salvador en 1989 reveló que el accidente podría haberse evitado si hubiera existido un sistema de protección radiológica adecuado. Incluso en países donde existe un reglamento nacional adecuado, con frecuencia escasean los nacionales debidamente educados y capacitados para establecer sistemas efectivos de seguridad radiológica que incluyan la concesión de licencias, la inspección y los servicios técnicos de apoyo.

En 1991 la Comisión Internacional de Protección Radiológica publicó sus recomendaciones revisadas (CIPR 60), que constituyen la base de la versión revisada de las *Normas básicas de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Estas normas internacionales serán publicadas conjuntamente por el OIEA, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Habrá que prestar diversos tipos de asistencia a muchos países en desarrollo, que necesitarán ayuda para incorporar las normas internacionales en reglamentos nacionales detallados para la protección radiológica; designar las autoridades encargadas de supervisar la aplicación de esos reglamentos; y mejorar el desempeño de esas autoridades. La asistencia que el OIEA preste en relación con el uso de materiales radiactivos y otras fuentes de radiación entrañará obligatoriamente la enseñanza y la capacitación en protección radiológica para grupos de profesionales.

Un aspecto que continuará recibiendo mucha atención es el mejoramiento de la seguridad radiológica del personal nuclear en el lugar de trabajo, esfera en la que persiste una gran demanda de capacitación. Cada categoría de trabajadores tiene sus necesidades específicas según la ocupación de que se trate. Los trabajadores expuestos o los trabajadores con probabilidades de exposición pueden agruparse en diversas esferas: la industria nuclear y el transporte de materiales radiactivos; los hospitales y otras instituciones médicas (centros de radioterapia, radiología con fines de diagnóstico y medicina nuclear); plantas y proyectos industriales que utilizan fuentes de radiación; universidades y centros de investigación; instituciones y grupos que participan en operaciones de emergencia (por ejemplo, servicios médicos, defensa civil y policía local).

En la industria, la mayor cantidad posible de trabajadores tiene que tener acceso a la capacitación y ésta debe basarse en un equilibrio entre el nivel de conocimientos que necesitan para su trabajo y el requerido para la protección radiológica.

En el ámbito de la enseñanza y las investigaciones médicas, es necesario proporcionar capacitación a grupos de profesionales que posean una educación

científica sólida pero cuyos conocimientos sobre protección radiológica sean insuficientes. En todo el mundo crece particularmente la demanda de capacitación de funcionarios encargados de la seguridad radiológica (especialistas en radiofísica sanitaria) y personal médico, incluidos doctores en medicina, en departamentos de radioterapia, radiología con fines de diagnóstico y medicina nuclear. Este grupo necesita recibir periódicamente cursos de repaso a fin de mantener al personal actualizado en cuanto a los requisitos de la seguridad radiológica. Ha de prestarse atención a las enfermeras, grupo que tiene mucha influencia en la percepción del público sobre el riesgo radiológico.

La capacitación en protección radiológica de integrantes de equipos de emergencia debe considerarse parte del plan nacional para hacer frente a los accidentes nucleares y las emergencias radiológicas. Se mantiene la necesidad de esa clase de capacitación a todos los niveles en muchos países de todas las regiones. La capacitación y la recalificación en protección radiológica atañe, pues, a una amplia diversidad de grupos con distintos niveles de conocimientos. La armonización debe ser un objetivo dirigido primeramente a los encargados de adoptar las decisiones, los maestros y los especialistas, y después a todos los trabajadores profesionalmente expuestos.

En cuanto a la enseñanza general, cabe señalar que en la mayoría de los países suelen pasarse por alto las esferas de la salud y la seguridad en relación con las radiaciones, y que la protección radiológica casi nunca se estudia en la enseñanza secundaria. Generalmente, la capacitación en esta esfera no tiene una base en que sustentarse. La enseñanza, si la hay, varía mucho de un país a otro. Muchos países aún no han logrado tener una cantidad adecuada de educadores y capacitadores locales versados en seguridad radiológica que sean capaces de transmitir sus conocimientos.

Seguridad nuclear. Al analizar las necesidades de enseñanza y capacitación en seguridad nuclear, es necesario hacer una clasificación detallada de los países. El programa del OIEA se está concentrando en tres grupos: a) países en desarrollo y/o en reestructuración con programas en curso que entrañan la explotación o construcción de centrales nucleares o reactores de investigación; b) países en que la opción nuclear se considera un medio de satisfacer las crecientes demandas de electricidad, y que ejecutan programas de reactores de investigación/capacitación; y c) países en que no existe programa nucleoelectrónico y el uso de tecnologías relacionadas con la seguridad nuclear se limita a reactores de investigación/capacitación.

Mundialmente se reconoce la necesidad de enseñanza general en cuestiones de seguridad nuclear, incluida la seguridad de los futuros reactores, junto con la protección radiológica. Los equipos de seguridad del OIEA han identificado una serie de temas generales y grupos de trabajadores que constituyen esferas prioritarias, algunas de las cuales tienen que ver con la formulación, organización y administración de programas de capacitación para distintos grupos de personas.

Las dificultades con que se tropieza para lograr coherencia en los niveles de las normas de seguridad

son bastante obvias. El poderío económico, las tradiciones industriales, los marcos legislativos y las políticas comerciales varían mucho. Las organizaciones reglamentadoras tienen que hacer cumplir las normas nacionales según sus circunstancias, y esas normas repercuten en la creación de buenas culturas nacionales de seguridad. Las orientaciones del OIEA están incorporadas en las Normas de Seguridad Nuclear (NUSS), una colección de documentos que contienen recomendaciones sobre concesión de licencias, cuestiones técnicas y cuestiones de organización relacionadas con la seguridad de los reactores nucleares de potencia y de investigación. Estas recomendaciones pueden usarse para apoyar las actividades nacionales y en ellas se basa la asistencia que presta el Organismo en materia de seguridad. La capacitación de reglamentadores nacionales continuará desempeñando un papel importante en este proceso.

Las actividades de capacitación también serán decisivas para mejorar los niveles de seguridad de las centrales nucleares, y, en cierta medida, de los reactores de investigación, que se construyeron según normas de seguridad antiguas, así como de plantas que afrontan problemas debido a diversos procesos de envejecimiento.

Algunos problemas se relacionan en particular con los reactores nucleares de potencia WWER 440/230 que se explotan en los países de la antigua URSS y de Europa central y oriental. Por otra parte, las cuestiones relativas al envejecimiento de las instalaciones nucleares tienen una importancia mundial y el OIEA ha observado una creciente demanda de programas de capacitación a este respecto. Ello obedece a la comprensión de que el conocimiento de los procesos físicos fundamentales potencialmente asociados al envejecimiento gradual de una central nuclear o un reactor de investigación puede mejorar la capacidad de los explotadores para responder a los transitorios de plantas y otros sucesos. Además, como la comprensión de los fenómenos del envejecimiento se traduce en cambios operacionales en las instalaciones de reactores, será necesario capacitar al personal de la central en los nuevos procedimientos.

Políticas y programas del OIEA

El programa de enseñanza y capacitación del Organismo sobre protección radiológica y seguridad nuclear se basa en los objetivos siguientes:

- el logro de la autosuficiencia nacional en programas de enseñanza y capacitación;
- el fortalecimiento de las infraestructuras nacionales de protección radiológica y seguridad nuclear; y
- la satisfacción de las necesidades nacionales inmediatas de los Estados que solicitan asistencia.

El programa subraya la planificación estratégica a corto y largo plazos, con miras a asegurar el más alto nivel posible en los programas de enseñanza y capacitación y evitar los problemas de los enfoques individualizados especiales. Las directrices fundamentales para la planificación presentan dos características independientes: la concentración, que se refiere a la cooperación con los Estados Miembros para organizar, con la asistencia del OIEA, activi-

dades de capacitación sobre temas cuidadosamente seleccionados que reflejen las necesidades más permanentes, y la normalización de los esfuerzos, es decir las actividades que realiza el OIEA para preparar programas tipo para la enseñanza general y cursos de capacitación especializados.

En general, el programa se caracteriza por varias modalidades y mecanismos.

Enseñanza. Los cursos de enseñanza de postgrado están destinados a satisfacer los requisitos de enseñanza y capacitación inicial de profesionales jóvenes de nivel universitario que ocupan o van a ocupar cargos relacionados con la protección radiológica (incluida la radiofísica sanitaria) o la seguridad nuclear. El público a que están dirigidos incluye a profesionales jóvenes que necesitan adquirir una base sólida en estas esferas para llegar a ser —con el tiempo— capacitadores en sus países de origen. Además del curso ya establecido de enseñanza de postgrado en protección radiológica y seguridad nuclear que se brinda en español, en centros de enseñanza y capacitación seleccionados a nivel interregional o regional se ofrecerán nuevos cursos en inglés y francés (protección radiológica), y posiblemente en ruso (protección radiológica y seguridad nuclear). Los cursos de protección radiológica pertinentes se basarán en un programa tipo preparado por el OIEA. Se prevé distribuir este programa a los Estados Miembros para facilitar la integración de los cursos de enseñanza sobre protección radiológica en los programas de estudios de sus principales instituciones educacionales.

Cursos de capacitación especializados. Se ofrecen cursos de capacitación para personas interesadas en especializarse en determinadas esferas de la protección radiológica y la seguridad nuclear. Generalmente un curso dura de 3 a 8 semanas y en ese período los participantes tienen la oportunidad de actualizar y aumentar sus conocimientos teóricos y prácticos.

Los cursos interregionales reflejan necesidades de capacitación especializada comunes a Estados Miembros de más de una región, y requieren instalaciones y conocimientos especiales a los que generalmente no hay acceso durante la capacitación práctica. Su objetivo principal es capacitar a personas que posteriormente ocuparán cargos directivos o técnicos de categoría superior y tendrán, además, la responsabilidad de capacitar a otros. Con este enfoque de "capacitación de capacitadores", el OIEA seguirá alentando a los países a que designen candidatos que, después de recibir personalmente la capacitación, estén dispuestos a hacer su aporte a los programas nacionales de desarrollo de personal en sus respectivos países y puedan hacerlo. También se ofrecen cursos de capacitación regionales que abarcan una amplia diversidad de temas y en los que participan varias instituciones anfitrionas de los Estados Miembros, así como cursos nacionales que organizan los países como parte de sus programas nacionales de desarrollo de recursos humanos, con frecuencia en relación con proyectos de cooperación técnica del OIEA.

Talleres de capacitación. En los talleres, concebidos para mejorar la pericia de las personas que trabajan en las dos importantes esferas, la capacitación es intensiva y más breve (1 a 2 semanas). El

énfasis recae siempre en los elementos prácticos de la capacitación y en el mejoramiento de la experiencia práctica. En general, se trabaja mucho en el laboratorio, con ayuda de computadoras o sobre el terreno. Además de facilitar servicios de expertos, material de capacitación y juegos de demostración, el OIEA proporciona equipo o instrumentos de laboratorio para aumentar las capacidades nacionales de capacitación.

Otros mecanismos. Las becas se utilizan primordialmente para capacitar en el empleo a personas procedentes de países en desarrollo. El programa del Organismo hace hincapié en la selección de candidatos que, después de su pasantía, puedan, a su vez, contribuir a los programas nacionales de desarrollo de recursos humanos. También se organizan visitas científicas para el personal directivo que pueda intervenir en el fortalecimiento de las infraestructuras de protección radiológica y seguridad nuclear de sus países.

El programa para 1994-1998 incluye además una serie de seminarios regionales destinados a fomentar la enseñanza y la capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear. Esos encuentros sirven de foro apropiado para que determinados grupos de especialistas con intereses comunes intercambien información y sostengan debates relativos a la enseñanza. En general, brindan oportunidades para el intercambio de ideas y experiencias entre personas que realizan un trabajo similar (por ejemplo, educadores, especialistas en radiofísica sanitaria, especialistas en seguridad de los reactores). También sirven de centros de coordinación que permiten al OIEA ampliar una nueva actividad o servicio para el cual resulta indispensable la participación activa de los Estados Miembros, como el Sistema de Respuesta a Emergencias del Organismo.

Todas estas actividades se apoyan en materiales de referencia, que incluyen básicamente las publicaciones del Organismo relativas a la seguridad (normas, guías, colección de capacitación, manuales de seguridad radiológica, etc.) y otros materiales de información específicamente preparados para cursos de enseñanza y capacitación.

Se reducen las desigualdades

Aunque los problemas están más generalizados en los países en desarrollo, hasta los países más adelantados necesitan especialistas capaces de reducir las desigualdades cruciales que están obstaculizando la comprensión y la comunicación en algunos aspectos de la protección radiológica y la seguridad nuclear.

Desde una perspectiva internacional, el problema puede abordarse más fácilmente mediante un enfoque integrado de la enseñanza sobre protección radiológica y seguridad nuclear, la armonización del contenido de los cursos y la prestación de asistencia para capacitar a capacitadores. Se puede otorgar prioridad a una mayor difusión de la experiencia y los conocimientos disponibles, y al mejoramiento de la coordinación de los mecanismos de apoyo. Por intermedio de su programa, el OIEA trabajará en los años venideros para ayudar a los países a encarar estos desafíos.