

Buenos augurios para el desarrollo sostenible: Contribuciones de la energía nuclear

En muchos países del mundo, la meta del desarrollo sostenible está concentrando la atención en las ventajas de las tecnologías nucleares

por Arshad Khan,
Lucille Langlois
y Marc Giroux

Cuando se descubrió la radiactividad hace poco más de cien años, nadie podía prever sus trascendentes consecuencias. El descubrimiento abrió las puertas a una nueva y apasionante rama de la ciencia y la tecnología que ha tenido enormes repercusiones, tanto aterradoras como beneficiosas, en todo el mundo. Desde su creación en 1957, hace 40 años, el OIEA ha estado muy relacionado con ambas facetas de la energía nuclear y su desarrollo internacional con fines pacíficos. Su labor diaria consiste principalmente en prestar asistencia a los países en sus esfuerzos colectivos por impedir los usos aterradoros de la energía nuclear y por fomentar su aplicación segura en beneficio del mundo.

Durante los últimos cuatro decenios, se han alcanzado logros importantes en campos de la energía y el medio ambiente, la medicina, la agricultura y la industria, entre otros, en los que se aplican ampliamente las tecnologías nuclear y de las radiaciones. Su utilización nos permite, por ejemplo, detectar, localizar, representar visualmente y medir lo que nuestros ojos no pueden ver; destruir células y gérmenes cancerígenos; localizar recursos hídricos; y producir grandes cantidades de electricidad limpia desde el punto de vista ambiental y económicamente competitiva.

En este artículo se examinan las contribuciones de los usos del átomo con fines pacíficos, en particular en el contexto de las actividades del OIEA encaminadas a fomentar el desarrollo sostenible, y de las multifacéticas y variadas aplicaciones de la energía nuclear. Las beneficiosas aplicaciones de las tecnologías nuclear y de las radiaciones se han convertido en instrumentos valiosos, y a veces indispensables, para atender a una gama de necesidades y problemas en América Latina, África, Asia y otras regiones del mundo.

El Sr. Khan, la Sra. Langlois y el Sr. Giroux son funcionarios de la Sección de Estudios Económicos y Planificación del Departamento de Energía Nuclear del OIEA.

Necesidades de atención médica y sanitaria

Quizás el uso de las técnicas nucleares en los campos del diagnóstico, la obtención de imágenes y el tratamiento del cáncer sea el más conocido y ampliamente aceptado. De hecho, la medicina moderna no podría concebirse sin la radiología con fines de diagnóstico y la radioterapia. En el mundo industrializado occidental, estas técnicas se han vuelto tan corrientes, tan fiables y tan precisas que aproximadamente uno de cada tres pacientes es sometido a alguna forma de procedimiento radiológico terapéutico o de diagnóstico.

El programa de medicina nuclear del OIEA ayuda a los países a mantener un alto grado de competencia profesional con respecto a todos los que trabajan en estas instalaciones, y a mantener la precisión y la calidad del equipo que utilizan, tanto para el diagnóstico como la radioterapia. El Organismo también presta asistencia para la capacitación superior de físicos médicos que actualmente trabajan en las esferas de la radiología, radioterapia y medicina nuclear. Esa asistencia ayuda a asegurar la realización de un diagnóstico y tratamiento radiológicos de alta calidad en diversos países. El OIEA trabaja además con la Organización Mundial de la Salud (OMS) para asegurar la armonización de las mediciones radiológicas en materia de diagnóstico y terapia mediante una red mundial de laboratorios.

Estudios de nutrición humana. Otra aplicación específica que actualmente está recibiendo mayor atención es la utilización de técnicas isotópicas para evaluar la situación nutricional de las personas y medir los efectos de los programas de nutrición. Esta aplicación tiene muchas ventajas sobre otros procedimientos. Permite la pronta y exacta detección no intrusiva de deficiencias nutricionales y, por ende, facilita la adopción de las medidas adecuadas. El Organismo participa en algunos innovadores trabajos que emplean estas técnicas para evaluar la deficiencia de vitamina A y de hierro, enfermedades óseas, malnutrición y las necesidades nutricionales de las madres y los hijos. En este momento, más de



De muchas formas y maneras las personas están recibiendo buenas señales de los usos de la energía nuclear. *En el sentido de las manecillas del reloj, desde el extremo superior izquierdo:* Las emisiones a la atmósfera de gases procedentes de combustibles fósiles pueden reducirse mediante técnicas de radiaciones y evitarse mediante centrales nucleares que produzcan electricidad sin emitir dióxido de carbono. (Carnemark/Banco Mundial) Los especialistas en ciencias del mar utilizan técnicas nucleares para analizar muestras a fin de determinar si existe contaminación con plaguicidas u otros productos químicos. (IAEA-MEL) En África, América Latina y otras regiones, se evalúa y mejora la salud nutricional de los niños mediante el empleo de métodos analíticos basados en técnicas nucleares. (Carnemark/Banco Mundial) El objetivo práctico de los proyectos que reciben la asistencia del OIEA, que ayudan a los agricultores a estudiar y resolver problemas que afectan a la producción alimentaria y agrícola, es lograr campos más verdes. (OIEA) En los lugares donde el agua escasea, los instrumentos de la hidrología isotópica ayudan a que los países conozcan y ordenen mejor los suministros existentes y a evaluar las futuras fuentes de agua. (Marshall/OIEA)

800 millones de personas en todo el mundo padecen malnutrición crónica, y más de 1000 millones están enfermas o incapacitadas a causa de la deficiencia de nutrientes.

Para ayudar a mejorar esta situación, el OIEA está creando y transfiriendo instrumentos de evaluación basados en técnicas nucleares que permiten la detección y el tratamiento precoces. Técnicas tan especializadas como éstas pueden convertirse en "soluciones sostenibles" en el marco de los esfuerzos que se llevan a cabo por lograr una población mejor nutrida y los proyectos que cuentan con el apoyo del Organismo están ayudando a ejecutar programas en países de América Latina y otras regiones.

Alimentos, agua y necesidades agrícolas

Recursos hídricos. El mundo tiene agua suficiente, pero no siempre donde más se necesita. La escasez de agua se ha agravado cada vez más y las técnicas isotópicas suelen ser de gran ayuda para localizar y medir el volumen de los recursos hídricos subterráneos. Las técnicas isotópicas constituyen importantes instrumentos analíticos para el ordenamiento y la utilización racional de los suministros de agua existentes y para la determinación de nuevas fuentes de agua renovables y aprovechables. Los resultados permiten formular recomendaciones documentadas para la planificación y el ordenamiento del uso sostenible de estos recursos hídricos.

El OIEA dispone de un laboratorio de hidrología isotópica especializado que apoya las actividades de desarrollo. Los proyectos prestan asistencia a países con escasez crónica de agua como Marruecos, Senegal y Etiopía. Durante el último decenio, el Organismo prestó asistencia a casi 160 proyectos por un valor de 20 millones de dólares de los Estados Unidos para ayudar a los países a crear capacidades nacionales en la aplicación de técnicas isotópicas en hidrología. En estos países se han capacitado unos 550 científicos en las especialidades pertinentes.

Aplicaciones agrícolas. La utilización de técnicas nucleares en el campo de la agricultura es de importancia primordial para el mundo en desarrollo. Las técnicas radioisotópicas y de las radiaciones que se aplican en este campo pueden:

- inducir mutaciones en las plantas para obtener las variedades de cultivos agrícolas deseadas;
- determinar las condiciones para optimizar el uso de los fertilizantes y del agua, y la fijación biológica del nitrógeno;
- erradicar o luchar contra las plagas de insectos;
- aumentar la variabilidad genética de las especies vegetales;
- reducir las pérdidas posteriores a la cosecha eliminando la germinación y la contaminación y prolongando el período de conservación de los productos alimenticios; y
- ayudar a determinar las rutas de los plaguicidas y los productos agroquímicos en el medio ambiente

y en la cadena alimentaria.

Medición de la incorporación de nitrógeno en los cultivos. En colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Organismo ha perfeccionado la técnica del nitrógeno 15 para medir cómo las plantas incorporan el nitrógeno de la atmósfera y del suelo, y de los fertilizantes aplicados. La técnica permite calcular el total de nitrógeno que se ha fijado durante todo el período de crecimiento. Por este medio, pueden determinarse y seleccionarse para el mejoramiento genético leguminosas fijadoras de nitrógeno más eficientes con mayor rendimiento y contenido proteínico. La FAO y el OIEA apoyan de conjunto unos 30 proyectos en todo el mundo sobre la producción y el empleo de biofertilizantes para aumentar la fijación biológica de nitrógeno y el rendimiento de las leguminosas de grano. El uso de estos biofertilizantes ha aumentado la producción en 25% en países como Bangladesh, China, Filipinas, India, Malasia, Pakistán, Sri Lanka, Tailandia y Viet Nam.

Erradicación de las plagas de insectos. La enfermedad del sueño es una enfermedad muy conocida que es transmitida por la mosca tsetse. La presencia de este insecto ha impedido el asentamiento en grandes zonas de África y el desarrollo de éstas. Si bien algunas plagas de insectos han quedado temporalmente reducidas en el África occidental, la erradicación de la mosca tsetse ha demostrado ser un objetivo difícil de alcanzar. Junto con la FAO, el Organismo está centrando sus esfuerzos de manera eficaz en una especie que ha provocado pérdidas considerables de ganado en la isla de Zanzíbar, Tanzania, y las autoridades de ese país confían en poder lograr la erradicación.

Un componente fundamental de las actividades que se realizan en Zanzíbar es la técnica de los insectos estériles (TIE) basada en las radiaciones. Esta técnica consiste en la esterilización de insectos machos criados en instalaciones, mediante la irradiación antes de la incubación, y la posterior suelta de millones de insectos estériles en zonas infestadas. Al aparearse con las moscas silvestres, no se produce descendencia, lo que va reduciendo gradualmente, y acaba por erradicar, la población de insectos. La técnica es particularmente eficaz en una zona aislada como la isla de Zanzíbar, donde el riesgo de reinfestación desde el exterior es mínimo.

En los últimos años la TIE también se ha aplicado con éxito contra muchas otras plagas de insectos, incluida la costosa mosca mediterránea de la fruta que sola ataca a 260 variedades de frutas y vegetales en 82 países, y el gusano barrenador del Nuevo Mundo, que amenaza a millones de cabezas de ganado. En México, se crían ejemplares estériles de la mosca en Tapachula, en la instalación más grande de su tipo que existe en el mundo. México también cuenta con una gran instalación, de cría del gusano barrenador en Tuxtla, la cual contribuyó en 1991 a la fructífera lucha de ese país por la erradicación del gusano barrenador del Nuevo Mundo. Se calcula en términos conservadores que la relación costo-beneficio de la

erradicación del gusano barrenador en México a lo largo de 30 años es de 1 a 10 aproximadamente. En términos monetarios, ello significa que las utilidades para la economía mexicana fueron como mínimo de 3000 millones de dólares de los Estados Unidos durante ese período. Basándose en la experiencia adquirida con la TIE en todo el mundo, el OIEA, la FAO y las autoridades libias lograron, hace varios años, erradicar el gusano barrenador en Libia, donde se había producido una gran infestación. De México se enviaron por avión a Trípoli enormes cantidades de moscas estériles, que fueron liberadas en la zona infestada en Libia. Actualmente México suministra moscas del gusano barrenador estériles con destino a una campaña de erradicación que se lleva a cabo en América Central y hará lo mismo para otras campañas similares en el Caribe.

La erradicación de plagas tan devastadoras mediante la TIE es una importante contribución a la capacidad de cualquier país para alimentarse y alimentar a otros de manera sostenible desde el punto de vista ambiental. La técnica protege la calidad y cantidad de la producción agrícola sin emplear además gran cantidad de productos químicos que, de otro modo, serían liberados al medio ambiente.

Aumento de la variabilidad genética de los cultivos. Durante varios decenios se ha utilizado la radiación ionizante en el campo de la fitotecnia como parte de los esfuerzos que se realizan por mejorar las condiciones económicas de la agricultura en determinadas regiones. Una parte de estas investigaciones se realiza en los propios laboratorios de investigación del Organismo en Seibersdorf, Austria; se llevan a cabo investigaciones en regiones o países específicos mediante programas de investigaciones agrícolas apoyados por el OIEA en todo el mundo. Al combinar la mutación con estrategias de propagación vegetal in vitro, esta investigación ha permitido producir con éxito nuevas líneas de genotipos/mutantes de sorgo, ajo, trigo, plátano, frijoles, aguacate y ajés, todos más resistentes a las plagas y más adaptables a condiciones climáticas severas.

Conservación de alimentos. El uso de la tecnología de las radiaciones para conservar los alimentos aumenta cada día en el mundo. En 37 países, las autoridades sanitarias y de seguridad de los alimentos han aprobado la irradiación de más de 40 clases de productos alimenticios, que van desde especias y granos hasta pollo deshuesado, frutas y vegetales. En la actualidad, los consumidores pueden disfrutar con seguridad de fresas irradiadas, como lo hacen en Francia, o de salchichas irradiadas, como se hace en Tailandia.

En esta esfera, también se requieren reglas y normas para velar por la aplicación segura de la técnica. Ya en 1983, la Comisión del Codex Alimentarius aprobó una norma mundial para alimentos irradiados; esta Comisión es un órgano mixto de la FAO y la OMS que representa a más de 130 países. Además, un comité de expertos informó a la Comisión que la irradiación de cualquier producto alimentario con una dosis media general de hasta 10 000 gray no planteaba ningún riesgo toxicológico, no requería ningún otro

análisis, y no presentaba ningún problema nutricional ni microbiológico especial.*

El interés oficial en el proceso se debe a varias razones:

- muchas pérdidas de alimentos después de la cosecha (por lo general, el 25% de toda la producción de alimentos) debido a la infestación, la contaminación y el deterioro;
- la preocupación por las enfermedades transmitidas por los alimentos;
- el aumento del comercio internacional de alimentos que deben satisfacer rigurosas normas de calidad y cuarentena para su importación.

Mientras que la Comisión del Codex Alimentarius fiscaliza los alimentos como tales, el reglamento internacional de protección radiológica rige la explotación en condiciones de seguridad de las instalaciones donde se realiza la irradiación. El OIEA ayuda a formular ese reglamento y, con frecuencia, ha prestado asistencia a los países que desean probar o utilizar esta tecnología.

Sanidad, productividad y lucha contra las enfermedades pecuarias. El ganado es indispensable para la agricultura sostenible en la mayoría de los países en desarrollo, pero su productividad suele ser mucho menor que la del mundo industrializado. La producción ganadera puede mejorarse si se presta atención a la nutrición, el rendimiento reproductivo y la sanidad animales, sobre todo, a la lucha contra las enfermedades y su prevención. Ello puede lograrse utilizando técnicas nucleares y conexas. Junto con la FAO, la Unión Europea y otros asociados, el OIEA ayuda a países de África y de otras regiones a controlar, vigilar, y en última instancia, erradicar la peste bovina en sus territorios. Hasta ahora, en África la campaña ha sido eficaz y los 34 países que participan en ella ahora concuerdan en que puede lograrse la erradicación en el próximo quinquenio.

Necesidades energéticas y de electricidad

En la esfera energética, las aplicaciones nucleares reportan beneficios importantes desde el punto de vista ambiental, y no se limitan a la producción limpia de electricidad.

Investigación de recursos geotérmicos. Gracias a las capacidades analíticas del laboratorio de hidrología isotópica del OIEA en Viena y sus asociados en todo el mundo, la investigación de sistemas geotérmicos puede mejorarse, y optimizarse el empleo de sus recursos. En algunos países, como Costa Rica y Nicaragua, las técnicas isotópicas proporcionadas por el Organismo se han utilizado para la cartografía de los recursos geotérmicos y la selección del mejor emplazamiento para las instalaciones.

Reducción de las emisiones gaseosas. Con la utilización de haces de electrones generados por

* 1 gray = 1 joule por kilogramo; la unidad de medida de la energía absorbida por el material irradiado.

Aspectos ecológicos de la energía nucleoelectrónica

El uso de combustibles nucleares, en vez del quemado de combustibles fósiles, para alimentar las centrales eléctricas puede ser parte de la respuesta a la amenaza del calentamiento de la atmósfera. El papel de la energía nuclear es ya apreciable en la prestación de ayuda a los países para reducir o controlar sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂), gas vinculado a los cambios climáticos mundiales. Si las centrales nucleares actualmente en explotación en el mundo se sustituyeran por centrales alimentadas con combustibles fósiles, las emisiones de CO₂ procedentes del sector energético aumentarían en más del 8%. Este nivel casi equivale a evitar las emisiones de CO₂ mediante la energía hidroeléctrica. Se puede demostrar que se evitan muchas más emisiones de CO₂ en países como Francia, Suecia, Bélgica, España, Suiza y los Estados Unidos, donde la energía nuclear tiene una considerable participación en su producción de electricidad. En Francia, las emisiones de CO₂ se han reducido en un factor de ocho y las emisiones de dióxido de azufre en un factor de diez entre 1980 y 1993. Durante ese tiempo, la producción total de electricidad de Francia casi se duplicó, principalmente gracias al aumento de la participación de la energía nuclear en la producción de electricidad de un 25% a más del 75%. De igual modo, en Suecia, se logró una drástica reducción de las emisiones a la atmósfera, en lo fundamental como resultado de la sustitución del petróleo y otros combustibles fósiles por la energía nucleoelectrónica para la producción de electricidad. En general, en el caso de los países industrializados de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, se ha notificado que la energía nucleoelectrónica ha sido, en gran medida, la responsable de la reducción de las emisiones de carbono de las economías energéticas en los últimos 25 años.

Tales logros indican que es preciso hacer una comparación objetiva de las distintas opciones para la generación de electricidad, y que se pueden documentar bien las ventajas ecológicas de la energía nucleoelectrónica. Dado el interés de sus Estados Miembros en esas amplias comparaciones a los fines de la planificación energética, el OIEA ha desarrollado y distribuido un paquete de instrumentos y bases de datos computarizados, que comprenden un marco analítico para el estudio de los aspectos sociales sanitarios, ambientales y económicos de todas las cadenas energéticas para la producción de electricidad.

aceleradores en los humeros de chimeneas de las centrales eléctricas convencionales alimentadas por carbón, prácticamente pueden eliminarse las emisiones de azufre y nitrógeno al medio ambiente. De hecho, con la adición de amonio, estos gases de combustión potencialmente contaminantes se transforman en fertilizantes —sulfato de amonio y nitrato de amonio— y agua. Actualmente este ingenioso y original método está siendo demostrado en un proyecto que el OIEA apoya cerca de Varsovia en Polonia. Donde otrora los alquimistas soñaban esperanzados con transformar el plomo en oro, hoy los planificadores especializados en energía dirigen su mirada de manera realista hacia la transformación de los gases contaminantes en útil alimento para los cultivos.

Energía nucleoelectrónica. No cabe duda de que el empleo de la energía en todo el mundo aumentará de manera drástica debido, en parte, al considerable crecimiento de la población mundial y, en parte, a que la energía —y en particular el consumo de electricidad— es un componente esencial del mejoramiento del nivel de vida que busca la humanidad. Bangladesh y Tanzania consumen anualmente menos de 100 kWh de electricidad per cápita. Suecia consume 15 000 kWh y México unos 1250. Habida cuenta del inevitable crecimiento de la población mundial, los esfuerzos globales en pro del desarrollo económico, y las tendencias, cada vez mayores, a la urbanización, no sorprende que el Consejo Mundial de la Energía pronostique un aumento del consumo mundial de electricidad del 50% al 75% para el año 2020.

Actualmente, el 63% de la electricidad que se consume en el mundo proviene de la energía térmica

(carbón, petróleo y gas); el 19%, de la energía hidroeléctrica; el 17%, de la nuclear; el 0,5%, de la geotérmica; y menos del 0,1%, de la solar, la eólica y la de la biomasa. Evidentemente esta mezcla cambiará a medida que se desarrollen recursos y surjan nuevas tecnologías con el decursar del tiempo, y a medida que las preocupaciones por el medio ambiente se concreten de manera más eficaz. La producción y el consumo energéticos racionales serán necesariamente un aspecto fundamental del desarrollo sostenible. Atendiendo a la experiencia acumulada hasta el presente, la energía nucleoelectrónica debería tener una participación importante en toda mezcla energética futura.

Perspectivas nucleares. En los años setenta hubo gran entusiasmo por la energía nucleoelectrónica y esperanzas de que creciera rápidamente, para no hablar de las de reducir la dependencia del petróleo. La elevada inflación y la desaceleración del crecimiento económico del siguiente decenio hicieron que la demanda energética creciera con más lentitud que lo previsto y se volviera más sensible a los precios. Por ejemplo, no se ejecutaron los grandes programas de construcción previstos en algunos países, como México y Brasil. Con los numerosos cambios en materia de seguridad que se requirieron después de Three Mile Island, la energía nucleoelectrónica también perdió parcialmente su margen de competitividad económica.

Estos factores económicos, junto con la creciente oposición política a la energía nucleoelectrónica, retardaron la expansión de la industria. Las preocupaciones por la seguridad y la evacuación de desechos, parte de un movimiento ecologista más amplio, han

impedido que se sigan haciendo inversiones en la esfera nuclear en varios países. Actualmente se ha producido un estancamiento en la construcción de nuevas centrales nucleares en Europa occidental y las Américas, donde el lento crecimiento económico y la capacidad excesiva de la industria de producción energética han disminuido en los últimos años todo tipo de construcción en gran escala. Se prosigue intensamente la construcción de centrales nucleares sólo en el Asia oriental, en particular en el Japón, la República de Corea y China.

No obstante, la energía nucleoelectrica sigue siendo una parte viable de nuestro futuro energético por varias razones:

Competitividad económica. La competitividad económica de las opciones energéticas sigue siendo importante para los países, las compañías de electricidad y los consumidores. Desde el punto de vista económico, la energía nucleoelectrica se sitúa aproximadamente a la par del carbón y, en algunos casos, del gas. Con todo, las centrales nucleares requieren mayores inversiones iniciales, lo que constituye una limitación en los países en desarrollo muy escasos de capital. Como la tecnología nuclear es relativamente joven, debería haber margen para la racionalización, la normalización, la construcción modular, el aumento del grado de quemado y la simplificación, todo lo cual se traduciría en mayor eficiencia y menos costo. Además, es probable que con el tiempo cambien los precios relativos del combustible. La producción de energía nucleoelectrica debería seguir siendo una opción atractiva, sobre todo para los países que carecen de recursos nacionales de combustible.

Seguridad. Es posible que la experiencia positiva se encargue gradualmente de desmentir las objeciones hechas a la energía nucleoelectrica en materia de seguridad. Ningún accidente en el mundo ha tenido más publicidad que los de Three Mile Island y Chernobyl, lo que ha tendido a eclipsar el hecho de que actualmente el mundo tiene la experiencia de unos 7700 años reactor de explotación sin que se haya producido ningún otro accidente importante. Estos abundantes años de experiencia se ponen a disposición de todos para extraer sus enseñanzas por conducto de organizaciones reguladoras nacionales, la Asociación Mundial de Explotadores de Instalaciones Nucleares y el Organismo. Si bien el accidente de Three Mile Island en 1979 liberó poca radiactividad al medio ambiente, desató amplios exámenes de la seguridad nuclear, que la fortalecieron en el mundo no comunista. Y el accidente de Chernobyl, ocurrido hace 10 años, también condujo a exámenes y a que se adoptaran nuevas medidas de seguridad en Rusia y Europa oriental. De ahí que estos dos grandes accidentes nucleares, que provocaron tanta oposición a la energía nucleoelectrica, también dieron lugar a que se adoptaran medidas resueltas y amplias en el campo de la seguridad. La seguridad de la energía nucleoelectrica se convirtió aún más en una preocupación internacional y el Organismo pasó a ser un instrumento primordial mediante el cual los gobiernos cooperan para establecer elementos importantes de lo que actualmente

se ha dado en llamar una "cultura internacional de la seguridad nuclear". Las repercusiones de este empeño pueden apreciarse en el aumento de las cifras de producción de las centrales nucleares de todo el mundo y la reducción de las dosis que recibe el personal de las centrales y del número de paradas no programadas. Los nuevos tipos de reactores avanzados, algunos de los cuales están ya en el mercado, tienen nuevas características de seguridad y cabe prever que sus resultados serán incluso mejores en cuanto a fiabilidad y seguridad que los tipos de reactores que actualmente predominan.

Seguridad energética. La independencia energética es un factor importante. No todos los países poseen abundantes recursos energéticos, ya sean hidrocarburos o cataratas. Para Francia, el Japón, la República de Corea, Suecia y Finlandia, países todos que carecen de petróleo y gas, ha sido y sigue siendo importante el grado de autosustentación e inmunidad frente a las crisis internacionales que ofrece la energía nucleoelectrica.

Protección ambiental. Otro factor importante para un renacimiento nuclear será el medio ambiente. Puede que de todas las opciones energéticas realistas, la energía nucleoelectrica se considere como la menos perjudicial y la que menos emisiones libera hacia el medio ambiente.

En verdad, no son las centrales nucleoelectricas sino el quemado excesivo de combustibles fósiles el que ha provocado la lluvia ácida, la muerte de los bosques y la amenaza del cambio climático mundial. La energía nucleoelectrica no genera emisiones en suspensión en el aire y ayuda a luchar contra la contaminación atmosférica mundial. En efecto, si se sustituyeran los 437 reactores de potencia que existen en el mundo por centrales alimentadas con carbón de capacidad equivalente, cada año se liberarían a la atmósfera mundial unos 2600 millones de toneladas de CO₂ conjuntamente con millones de toneladas de óxidos de azufre y nitrosos.

Limitar al mínimo los efectos del posible cambio climático mundial se ha convertido en una de las metas principales del movimiento en pro del desarrollo sostenible. Se habla mucho de la necesidad de reducir las emisiones de CO₂, aunque los científicos todavía no están seguros ni de acuerdo en cuanto a que en efecto se producirá un calentamiento irreversible de la atmósfera dentro de 50 años como resultado de las emisiones de CO₂ procedentes de combustibles fósiles como petróleo, gas y carbón. Quedan dudas con respecto a las tendencias que favorecen el calentamiento global, y la incertidumbre hace que muchos observadores propugnen que el mundo debería adoptar las llamadas políticas "no lamentables". Con ello se refieren a políticas energéticas de las que no tendríamos que arrepentimos aun cuando resultara infundado el temor del calentamiento de la atmósfera. La opción de la energía nucleoelectrica cumple los requisitos de una política de la que no habrá que lamentarse, ya que no contribuye al calentamiento mundial y es bastante competitiva respecto de los combustibles fósiles.

Comparación de las fuentes de energía: El proyecto Decades

El OIEA y otras organizaciones internacionales, regionales y nacionales trabajan de conjunto mediante un proyecto de cooperación para prestar asistencia a los planificadores de la energía en la evaluación de las opciones de electricidad.

Conocido como "Decades", el proyecto presenta un conjunto de instrumentos para la evaluación comparativa de las fuentes de producción de electricidad en toda la cadena energética. Incluye bases de datos sobre aspectos sanitarios, económicos y ambientales, que apoyan las evaluaciones comparativas; paquetes de soporte lógico (software) integrados para la planificación y el análisis de sistemas de electricidad; y servicios auxiliares y de capacitación. El proyecto es ejecutado de manera conjunta por el OIEA y ocho organizaciones internacionales: el Banco Mundial, la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico, el Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados, el Organismo de Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, la Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, la Organización de Países Exportadores de Petróleo y la Unión Europea. El proyecto se lleva a cabo bajo la supervisión de un Comité directivo conjunto compuesto por representantes de la nueve organizaciones participantes y la coordinación de la Sección de Planificación y Estudios Económicos en la sede del Organismo en Viena.

A diferencia de ello, fuentes renovables de energía como la energía solar, la eólica y la de la biomasa no se harán comercialmente competitivas en gran escala en el futuro previsible. Se pronostica que en los próximos decenios sólo tendrán un papel menor, aunque su desarrollo se está estimulando inequívoca y adecuadamente. Se han hecho grandes progresos en la eficiencia energética, en el sentido de una producción y utilización de la energía más eficientes, que siguen siendo muy importantes para limitar la demanda. Sin embargo, aun cuando nos hagamos más eficientes en nuestra producción y empleo de la electricidad, la demanda energética total a nivel mundial sigue en aumento. Con ello no se pretende señalar que la energía nucleoelectrica, sola, sea una solución frente a la amenaza del calentamiento de la atmósfera. Pueden aplicarse muchos enfoques diferentes según se requiera, incluidos el de la energía renovable y la conservación. Ahora bien, es indudable que la energía nucleoelectrica puede ser un componente viable y promisorio del desarrollo sostenible en las políticas de respuesta que hay que elaborar.

Gestión de desechos. Por lo general, cuando se trata de la energía nucleoelectrica, la preocupación se centra en el combustible gastado y los desechos nucleares radiactivos muy tóxicos. Sin embargo, además de su toxicidad y radiactividad, lo característico en ellos es que su volumen es tan limitado que se facilita su evacuación. Esto contrasta mucho con el problema de la evacuación de los desechos procedentes de centrales alimentadas con combustible fósil, cuyas emisiones son voluminosas y se incorporan directamente al medio ambiente. Cuando los problemas de la evacuación segura de desechos nucleares de período largo se ponen en contexto, se hace más patente el cuadro comparativo. Debido a su

limitado volumen, los desechos nucleares pueden evacuarse de manera segura desde el punto de vista técnico y económico y colocarse en la corteza terrestre, de donde salió el uranio originalmente. Sin embargo, no todo el mundo comparte esta fe en las soluciones de "alta tecnología". La actitud "ecología, sí; en mi barrio, no" ha afectado los programas de gestión de desechos nucleares en todos los principales países poseedores de centrales nucleares, como también ha afectado la selección del emplazamiento de casi todas las instalaciones industriales y relacionadas con la energía. La selección del emplazamiento de esas instalaciones es una parte fundamental del desarrollo sostenible. Bloquear la evacuación de desechos no los hace desaparecer ni detiene su producción: sólo prolonga de manera innecesaria la exposición directa del medio ambiente.

Las evaluaciones comparativas de la energía nucleoelectrica y otras formas de producción de electricidad ponen de relieve algunos de estos interesantes problemas relacionados con la producción y evacuación de desechos. Por ejemplo, veamos el caso de un país que decide no explotar una central nuclear y en su lugar construye dos centrales alimentadas con carbón de aproximadamente la misma capacidad. La central nuclear consumiría alrededor de 30 toneladas anuales de uranio poco enriquecido, mientras que la central alimentada con carbón consumiría unos cinco vagones de carbón diarios. El volumen limitado de desechos nucleares procedentes del uranio puede aislarse en su totalidad. La central alimentada con carbón producirá enormes cantidades de CO₂ y de cenizas que contienen metales pesados perennemente tóxicos. El lugar de evacuación de todos estos desechos procedentes del carbón quemado —al igual que sucede con otros combustibles fósiles— es nuestra atmósfera y la superficie terrestre.

Logro de soluciones sostenibles

La meta internacional del desarrollo sostenible requiere la coordinación de acciones en todo el mundo, y todos los instrumentos científicos y tecnológicos disponibles. En diversos campos, la energía nuclear y sus diversas aplicaciones han resultado ser componentes importantes de las medidas para encontrar soluciones sostenibles a los problemas prácticos que afectan nuestro desarrollo social, económico y ambiental.

Con el fin de adoptar las decisiones correctas en los meses y años venideros, los gobiernos necesitarán un historial de experiencias objetivo y datos que les permitan evaluar sus opciones, fijar prioridades, y acopiar los recursos necesarios. Mediante sus diversos servicios y proyectos, el OIEA prestará asistencia a los países en sus esfuerzos por aplicar de manera constructiva y segura las tecnologías nucleares y de las radiaciones allí donde puedan resultar más beneficiosas, y por planificar su desarrollo energético y en materia de electricidad.