

# ATENCIÓN DE LAS NECESIDADES HUMANAS TECNOLOGÍAS NUCLEARES EN EL MERCADO

POR QIAN JIHUI Y WERNER BURKART

Muchas tecnologías nucleares con fines pacíficos están hoy sólidamente probadas. Se aplican de forma generalizada y gozan de aceptación en todo el mundo en esferas como la atención sanitaria, la producción alimentaria, el sector manufacturero, la generación de electricidad y la protección del medio ambiente. Los 132 Estados Miembros del OIEA siguen teniendo gran interés en utilizar constructivamente los medios que ofrece la ciencia y la tecnología nucleares -- especialmente en el sector no energético--, aunque las prioridades, las necesidades y las políticas han cambiado con el transcurso del tiempo.

Las tecnologías nucleares, como las demás, han tenido que desarrollarse en un mercado competitivo y cambiante. Los adelantos registrados en otras esferas técnicas continúan repercutiendo, positivamente y negativamente, en las ventajas comparativas del átomo, así como las cambiantes actitudes de la opinión pública, influyente esfera que puede contribuir a impulsar, o estancar, las aplicaciones e innovaciones tecnológicas. Las percepciones de las cuestiones nucleares fluctúan entre un mercado rechazo a las aplicaciones de la energía por parte de amplios grupos y la aceptación general en los sectores de la medicina y el medio ambiente.

En los últimos años, ha aumentado el reconocimiento en cuanto a que la ciencia y la tecnología son fundamentales para reducir la pobreza en el mundo, y se tiene conciencia, sobre todo, de los rápidos avances

logrados en campos como la biotecnología, las comunicaciones y la medicina. A escala internacional, el programa mundial para asegurar el "desarrollo sostenible" se apoya, de muchas formas, en la transferencia más eficaz de medios y conocimientos científicos y tecnológicos a los países en desarrollo, donde vive la mayoría de los pobres y donde se prevé que las poblaciones aumenten con más rapidez en los próximos decenios. La ciencia y la tecnología nucleares contribuyen significativamente a satisfacer las necesidades humanas básicas y a elevar los niveles de vida en el mundo en desarrollo.

Sin embargo, en los comienzos del nuevo siglo, algunas ramas importantes de la ciencia y la tecnología nucleares se encuentran en transición y ante nuevos retos y oportunidades para adaptarse a los cambiantes mercados. En muchas partes del mundo, la sostenibilidad de las instituciones nucleares y de investigación nacionales motiva preocupación, especialmente en los países en desarrollo. Habrá que elaborar y establecer enfoques y estrategias nuevos que permitan hacer una utilización más plena de las aplicaciones nucleares que pueden traer beneficios reales para satisfacer las necesidades humanas básicas en los países en desarrollo.

En el presente artículo se analizan los principales factores que han contribuido al cambio en el panorama nuclear; se esboza una estrategia que permitirá a las instituciones nucleares nacionales lograr mayor autonomía y sostenibilidad; se aborda la función que el OIEA puede desempeñar para ayudar a aplicar la estrategia; y también se examina

cómo la ciencia y la tecnología nucleares contribuyen al logro de los objetivos nacionales y mundiales en materia de desarrollo sostenible.

En cuanto al OIEA --cuyo mandato específico es "acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad"--, el cambiante y difícil panorama mundial ha fortalecido los esfuerzos por aumentar el aporte de la ciencia y las tecnologías nucleares en esferas clave del desarrollo humano. Un programa de cooperación de aspectos múltiples es el vehículo principal empleado para la transferencia de la ciencia y la tecnología nucleares a los países en desarrollo. El programa pone énfasis en apoyar los proyectos que respondan a las necesidades prioritarias de cada país, tengan repercusiones económicas o sociales y reflejen las claras ventajas de la tecnología nuclear sobre otros enfoques.

Igualmente se hace hincapié en aumentar la capacidad mediante la educación, la capacitación y el patrocinio de la investigación, y en desarrollar y demostrar las aplicaciones nucleares y conexas. En el marco de los proyectos coordinados de investigación, por ejemplo, los institutos de los países desarrollados y en desarrollo, unen fuerzas para resolver los problemas comunes y adaptar las nuevas técnicas nucleares para utilizarlas en los países en desarrollo. Los propios

---

*El Sr. Qian es Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA. El Sr. Burkart es Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA.*

laboratorios de investigación y de servicios del Organismo, en Viena y Seibersdorf (Austria) y en Mónaco, apoyan esas actividades, mejorando la garantía de calidad mediante las redes mundiales de laboratorios y los materiales de referencia. Por ejemplo, los proyectos que reciben apoyo se centran en el uso de la radiación y las técnicas isotópicas para aumentar la producción alimentaria, combatir enfermedades, ordenar los recursos hídricos y proteger el medio ambiente.

Una importante característica de la labor del OIEA es la cooperación con diversos asociados, incluidas las Organizaciones de las Naciones Unidas, los institutos científicos y técnicos y los organismos de desarrollo.

## CONTRIBUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS NUCLEARES PARA SATISFACER LAS NECESIDADES HUMANAS BÁSICAS

Pese a su gran visibilidad política, la generación de electricidad --esfera en que la energía nucleoelectrónica representa hoy alrededor del 16% de la generación total de electricidad del mundo--, ocupa claramente el segundo lugar, en términos económicos, respecto de las múltiples aplicaciones nucleares no relacionadas con la producción de energía eléctrica.

**En la esfera de los alimentos y la agricultura, las aplicaciones nucleares y conexas son variadas y eficaces.** Por ejemplo, mediante la técnica de los insectos estériles (denominada TIE) empleada para combatir y erradicar las plagas --incluida la mosca mediterránea de la fruta y el gusano barrenador del Nuevo Mundo, en grandes extensiones--, se han hecho notables progresos en la cría de ganado y producción de frutas.



La técnica se ha integrado en campañas contra la mosca tsetsé, transmisora de enfermedades del ganado y de los seres humanos, que limitan severamente la productividad agrícola, y ahora se prevé su aplicación amplia en África.

Las mutaciones radioinducidas se utilizan para producir plantas de mayor rendimiento, más alta calidad y mejor resistencia a la salinidad o a las plagas.

La irradiación de alimentos se emplea para preservar la frescura y eliminar las bacterias y los agentes patógenos que pueden ocasionar enfermedades, e incluso la muerte. Como los productos químicos de fumigación que agotan la capa de ozono están proscritos y se han establecido límites más estrictos respecto de los gérmenes de salmonella en los alimentos, esta tecnología de las radiaciones se vuelve cada vez más indispensable para el comercio transfronterizo de productos agrícolas, y para asegurar el cumplimiento de las normas de higiene alimentaria.

**En la esfera de la sanidad humana, cada año que pasa se elaboran nuevas técnicas nucleares.** Esta esfera emplea

a más de dos millones de investigadores y especialistas que utilizan la radiación en la medicina para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades.

Por ejemplo, en los últimos años, el Organismo ha hecho mucho hincapié en la validación de nuevos medios nucleares para diagnosticar las cepas del paludismo y la tuberculosis resistentes a los medicamentos. Otra labor es la relacionada con los procedimientos de diagnóstico para apoyar las aplicaciones médicas, que van desde la pediatría hasta la cardiología; y el uso de los isótopos en los estudios de nutrición para seguir la trayectoria de la incorporación de vitaminas y otros nutrientes. Se despliegan también notables esfuerzos para ayudar a los países en desarrollo a satisfacer el incremento de sus necesidades de servicios de radioterapia. Los casos de cáncer aumentan rápidamente en el mundo en desarrollo a medida que se prolonga la vida, y muchas veces faltan los sistemas de tratamiento.

**Los recursos hídricos: esfera de creciente preocupación mundial.** En la actualidad, más de mil

*Fotos: las tecnologías nucleares contribuyen a mejorar la nutrición infantil y se están utilizando en la lucha contra el paludismo, que se cobra las vidas de más de un millón de niños por año. En otros campos, las técnicas radiológicas se emplean en la fitotecnia para producir mejores plantas.*

*(Cortesías: Carnemark/Banco Mundial; Kinley/OIEA)*



millones de personas no tienen acceso al agua limpia, y alrededor de las dos terceras partes de la comunidad mundial sufrirá escasez de agua limpia en el año 2025. Además de los proyectos de desalación, el Organismo ha apoyado la utilización extensiva de la hidrología isotópica con miras a hacer un plano de los acuíferos subterráneos para la ordenación sostenible de los recursos hídricos. También se brinda apoyo a la investigación y al desarrollo en el uso de aceleradores avanzados de haces de electrones para descontaminar el agua potable y las aguas residuales.

**Un gran número de análisis del medio ambiente y de técnicas de descontaminación es el centro de otros proyectos del Organismo.**

Por ejemplo, las radiaciones ionizantes para descontaminar los gases de la combustión provenientes de las centrales alimentadas con carbón --tecnología promovida por el Organismo--, se están desarrollando, o utilizando, en Bulgaria, China, Japón y Polonia. Otra importante iniciativa es coordinar los esfuerzos dirigidos a estudiar técnicas nucleares para detectar minas terrestres abandonadas, que continúan mutilando a civiles en regiones donde hubo conflictos. La extraordinaria ventaja del desminado con fines

humanitarios, basado en neutrones, radica en que con este método se detectan directamente los explosivos por su contenido obligado de nitrógeno, en comparación con los dispositivos de detección de metales, propensos a error.

En cada una de esas esferas, el Organismo trata de promover el desarrollo y la aplicación autónoma de técnicas ajustadas a las prioridades de sus Estados Miembros. Cabe esperar que continúe aumentando el uso de tecnologías nucleares en los países en desarrollo, a medida que mejoren las infraestructuras locales en respuesta al cambiante mercado.

Al evolucionar, la función del Organismo como facilitador y centro de tecnología nuclear puede tener incluso mayor repercusión. Los objetivos clave son fortalecer las capacidades nacionales de investigación y desarrollo, así como proporcionar apoyo científico y técnico básicos a los Estados Miembros del OIEA. Los programas del Organismo están diseñados para brindar a los países en desarrollo oportunidades de participar plenamente en la investigación e intercambio de información a nivel mundial y regional, ampliando así los beneficios aportados por el uso seguro y eficaz de las técnicas nucleares. Además, el OIEA puede ofrecer

capacitación y apoyo a la investigación en sus propios laboratorios en provecho de los científicos del mundo en desarrollo.

Estar a la altura de los retos científicos y técnicos que quedan por delante conlleva a las necesidades e intereses de los países en desarrollo. Las técnicas nucleares e isotópicas, debidamente integradas en otras tecnologías y adaptadas a sectores específicos del desarrollo, ayudan a atender a muchas de las prioridades especificadas en la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, el Programa 21, el plan de acción mundial y las resoluciones y decisiones de los órganos encargados de la formulación de las políticas del OIEA.

## COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA

El Estatuto fundacional del Organismo respalda las actividades encaminadas a asegurar el uso de los "átomos para la paz" mediante la cooperación a nivel mundial.

Este criterio básico sigue siendo el fundamento del Programa de Cooperación Técnica del OIEA: principal mecanismo para la transferencia de tecnología nuclear. El Programa comenzó en 1958, como una modesta actividad, con una suma anual de dos millones de dólares de los Estados Unidos, en un momento en que pocos países contaban con una infraestructura de tecnología nuclear. Hoy, en todas las regiones del mundo existe una infraestructura de tecnología nuclear verdaderamente útil. El Programa tiene ahora asociados en 100 Estados Miembros y abarca bienes y servicios por valor de 87 millones de dólares anuales.

A medida que aumentaba su alcance, cambiaba la orientación del Programa para



subrayar la necesidad de inversiones que produzcan beneficios tangibles a los receptores. El aumento de las capacidades de épocas anteriores se ha convertido en el trampolín que ayuda a cumplir los objetivos de gran prioridad para el desarrollo sostenible. Esta nueva fase se caracteriza por la movilización de la capacidad existente para resolver los problemas a los niveles nacional y regional. Los proyectos de cooperación técnica ahora están mucho más vinculados a las prioridades nacionales del desarrollo.

Ahora bien, siguen existiendo problemas clave que influyen en el progreso y que están vinculados a los diferentes tipos de aplicaciones nucleares, a las diferentes capacidades y a los niveles de apoyo nacional obtenido por los institutos nucleares.

*Foto: científicos usan técnicas nucleares e isotópicas para obtener datos esenciales para el ordenamiento de los recursos hídricos. (Cortesía: OIEA)*

## RETOS DIFERENTES Y DIFÍCILES

Existen dos tipos diferentes de aplicaciones de la tecnología nuclear: las relacionadas con la generación de energía nucleoelectrónica, y todas las demás. Cualquier análisis de los esfuerzos encaminados a emplear la tecnología nuclear para ayudar a los países a cumplir sus objetivos en materia de desarrollo deberá tener en cuenta esta diferencia. La situación de los países con programas de centrales nucleares en ejecución o previstos se diferencia notablemente de la de aquellos que no los tienen.

Desde el punto de vista de la cooperación técnica del OIEA, es importante hacer la distinción entre la energía nucleoelectrónica y las otras aplicaciones nucleares "no eléctricas", a saber, las aplicaciones en esferas como la atención sanitaria, la protección del medio ambiente, la alimentación y la agricultura.

La experiencia del OIEA ha demostrado que la promoción de las aplicaciones nucleares no eléctricas en los países en desarrollo que tienen energía nucleoelectrónica es más directa gracias a las infraestructuras bien establecidas. La autoridad nuclear (típicamente la Comisión de Energía Atómica o CEA) tiene más recursos, capacidades y apoyo político. Se encuentra en mejores condiciones para asumir la posesión de las aplicaciones no eléctricas, y mantenerlas, debido a que cuenta con una financiación relativamente estable.

La situación contrasta marcadamente con las condiciones más precarias de los países que no tienen programas ni planes nucleoelectrónicos. Eso sucede en la mayoría de los países, especialmente del mundo en desarrollo, donde las infraestructuras nucleares no

existen o no están bien consolidadas. Esta situación es resultado del estancamiento de la energía nucleoelectrónica de los últimos decenios y de sus persistentes inciertas perspectivas.

En esos países, el apoyo de los gobiernos para el establecimiento de las infraestructuras nucleares ha disminuído sostenidamente, junto con la cambiante suerte de la energía nucleoelectrónica. La mayoría de las CEA e institutos nucleares, sobre todo en los países en desarrollo, luchan hoy por sobrevivir. Los gobiernos, en particular los principales ministerios orientados hacia el desarrollo, suelen no tener conocimiento alguno de los potenciales beneficios de las aplicaciones nucleares. El sector privado también continúa, en buena medida, de desconociéndolos, o sencillamente se preocupa por otras inversiones.

Cómo transformar la situación es una cuestión vital. Es necesario realizar más esfuerzos para que las CEA y los institutos nacionales logren la autonomía y la capacidad para crear la infraestructura que les permita hacer mayores contribuciones al logro de los objetivos del desarrollo nacional a partir de las aplicaciones nucleares.

La experiencia del Organismo Internacional de Energía Atómica indica que hay muchas razones para ser optimistas, aunque las mejoras llevarán tiempo. Algunos criterios clave son especialmente alentadores y deberán aumentar las perspectivas de mantener instituciones nucleares nacionales viables.

■ La infraestructura de la tecnología nuclear creada durante los últimos cinco decenios es considerable, pero actualmente no se utiliza al máximo.

■ Las aplicaciones nucleares pueden ser soluciones innovadoras indispensables

o tener evidentes ventajas competitivas sobre otros enfoques.

■ La posible repercusión socioeconómica de las aplicaciones nucleares está lejos de ser insignificante: en los países desarrollados, la contribución de las aplicaciones no eléctricas a la economía sobrepasa realmente la asociada a la producción de electricidad de origen nuclear. Los estudios realizados en los Estados Unidos en el decenio de 1990, por ejemplo, arrojaron que las tecnologías nucleares y de las radiaciones, aparte de la producción de electricidad, aportaron casi 300 000 millones de dólares anuales a la economía.

A los países en desarrollo, el futuro les exigirá la definición y explotación de nuevas oportunidades, y la adaptación a un mercado nuclear cambiante que abarque los sectores público y privado.

## INTRODUCCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS NUCLEARES EN EL MERCADO

Dos elementos componen el mercado de las aplicaciones de las tecnologías nucleares no eléctricas. El primero está en el sector público, entre los principales ministerios encargados del desarrollo, cuyos programas invierten los recursos de los gobiernos en diversas esferas como por ejemplo, el agua, la sanidad, la agricultura, la nutrición y el medio ambiente. El segundo está en el sector privado, el mercado comercial real, basado en la inversión de capital privado.

**El sector público.** En muchos países en desarrollo, el mercado de más fácil acceso para las aplicaciones de la tecnología nuclear seguirá siendo el sector público. Ese sector comprende muchas organizaciones públicas

que tienen el mandato y los recursos que les permiten tomar medidas eficaces.

En cuanto a los institutos nucleares, el recurso clave es establecer asociaciones mutuamente beneficiosas con los principales ministerios encargados del desarrollo, como por ejemplo, los ministerios responsables de las actividades del servicio público en la agricultura, los recursos hídricos, la sanidad y la protección del medio ambiente. En muchos casos, ya existen arreglos que pueden ser fortalecidos. En otros casos, se pueden crear mediante métodos dinámicos que promuevan las asociaciones en las esferas en que las aplicaciones nucleares contribuyan al logro de los objetivos nacionales.

La experiencia adquirida mediante la cooperación técnica prestada por el OIEA enseña que las asociaciones eficaces comienzan cuando las instituciones nucleares identifican a los directores de los programas gubernamentales y entran en contacto con ellos. Suele ser a través de esos canales que se encuentra la ruta más rápida y segura, que conduce a los usuarios finales, los que pueden aportar beneficios tangibles al pueblo y a la economía.

A veces, esas asociaciones se basan en la utilización directa de la tecnología nuclear para dar una solución más eficaz. Ejemplos de ello serían el uso de la técnica de los insectos estériles para luchar contra las plagas, en vez de emplear insecticidas químicos, o la radioterapia, para mejorar la atención de pacientes con cáncer. En otros casos, las técnicas nucleares ayudan a resolver problemas ajenos al sector nuclear, suministrando a los encargados de adoptar decisiones y a los planificadores los datos e información clave. Un ejemplo importante es el uso de las técnicas analíticas en la hidrología

isotópica para la ordenación de los recursos hídricos.

Cuando trabajan con asociados para el desarrollo, las CEA pueden desempeñar una función secundaria, al estar la ejecución del proyecto principalmente en manos de otras instituciones u organizaciones de investigación. Esa es una función importante, ya que ofrece a las CEA la oportunidad de encabezar las fuerzas que apoyan el logro de los objetivos para el desarrollo nacional. La dinámica participación, a menudo, mediante tareas de enlace y coordinación, puede realzar la tecnología nuclear ante los ojos de los planificadores locales y los encargados de la política --y aumentar su conciencia de cuáles son sus ventajas, al tiempo que amplía el marco de las CEA entre los usuarios finales y los donantes. Al promover los intereses nacionales, y no únicamente sus propios intereses, las CEA pueden ganar credibilidad y confianza como asociados científicos y técnicos fiables para el desarrollo.

En vista de los retos y necesidades que existen, especialmente en los países más pobres, una esfera de primordial importancia para establecer asociaciones productivas es la mitigación de la pobreza. Las ciencias y aplicaciones nucleares han demostrado que aportan soluciones técnicas para algunos de los problemas mundiales más candentes. Atendiendo a las necesidades humanas básicas, las CEA se pueden abrir caminos para establecer una eficaz cooperación con diversos asociados nacionales, regionales y mundiales.

Entre esos asociados figuran las organizaciones internacionales dedicadas a esferas específicas como por ejemplo, la seguridad alimentaria y la agricultura, la educación o la salud. Las asociaciones aumentan

el valor agregado mediante la sinergia que se produce por la interacción entre organizaciones del sistema de las Naciones Unidas. Algunos ejemplos son la División Mixta del Organismo Internacional de Energía Atómica y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO); las actividades y los programas de cooperación con organizaciones internacionales, incluidas la OMS, el PNUD, el UNICEF, el PNUMA y la OMM; y la colaboración a través del Centro Internacional de Física Teórica, con el apoyo de la UNESCO, el OIEA e Italia.

**El sector privado.** El acercamiento al sector privado plantea grandes retos y riesgos, así como ofrece grandes oportunidades. Para triunfar en ese mercado, las instituciones nucleares deben estar preparadas para pensar y actuar como empresas comerciales, aun cuando no se propongan establecer, de hecho, subsidiarias comerciales.

El comportarse como una empresa comercial, y no como un instituto de investigación, implica tener la voluntad de triunfar y la capacidad para conseguirlo en, al menos, los siguientes aspectos:

- Comprensión del mercado y de sus posibilidades de desarrollo para determinar los probables clientes y presentarles estrategias de comercialización eficaces, incluidas demostraciones y estudios de viabilidad acertados;
- Fijación de precios atractivos y beneficiosos para los clientes;
- Conocimiento de las ventajas y desventajas de la competencia.

Además, es necesario aplicar las habituales reglas de la competencia comercial a fin de atraer y mantener a los clientes. Estas reglas son:

- Proporcionar productos y servicios ajustados a las necesidades de los clientes y satisfacer los requisitos del usuario en cuanto a garantía de calidad;

- Prestar servicios de ventas, ingeniería, capacitación y técnicos;

- Ofrecer oportunidades para la transferencia de tecnología, o para crear empresas mixtas basadas en tecnologías patentadas.

El cumplimiento de todas esas normas de penetración de los mercados comerciales puede entrañar que la transición sea difícil, e, incluso, penosa. Sin embargo, algunas instituciones nucleares que, por lo demás, enfrentan la perspectiva de la desaparición, han salido más fortalecidas e independientes de esa transición. Se han percatado de que pueden desempeñar importantes funciones, particularmente en el sector industrial. (*Véase el recuadro de la página 11.*)

Varios factores esenciales caracterizan un ambiente de trabajo que propicie una transición satisfactoria. Si esos factores no existieran, ni estuvieran debidamente ajustados a las circunstancias locales, la experiencia indica que deben establecerse. Son una condición previa para cualesquiera esfuerzos serios que se realicen por entrar en los mercados comerciales.

Las siguientes medidas que, en su mayoría pueden aplicarse simultáneamente, ayudarán a crear las condiciones para lograr el éxito:

- Procurar amplio apoyo del gobierno con miras a buscar nuevas formas de hacer negocios, y velar por que las políticas nacionales conduzcan al éxito; habrá que efectuar cambios.
- Reunir un pequeño grupo de dirección compuesto por directores competentes con excelentes historiales en comercio, valiéndose del personal existente con calificación técnica y probada capacidad de dirección empresarial.
- Ajustar las políticas operacionales internas y las prácticas de trabajo para

introducir flexibilidad e incentivos, de modo que el grupo de dirección pueda funcionar eficientemente.

- Definir las esferas de competencia básica, y aprovecharlas, con arreglo a los mandatos existentes, en sectores como la protección radiológica; el apoyo técnico a la industria; y los servicios de regulación.
- Determinar las oportunidades de mercado para las cuales la institución tiene ventajas singulares y una infraestructura establecida.
- Preparar estudios de viabilidad interesantes, y realizar demostraciones concretas.
- Dar ventajas a las actuales subvenciones gubernamentales, procurando producir una sinergia con clientes del sector privado mediante arreglos de financiación combinada y empresas mixtas.

## FUNCIÓN Y APOYO DEL OIEA

El Programa de Cooperación Técnica del OIEA funciona principalmente por conducto de los gobiernos, y con éstos y sus respectivas autoridades e institutos nucleares nacionales. Un objetivo fundamental es ayudarlos a fortalecer sus capacidades para utilizar de manera segura y productiva las tecnologías nucleares y de las radiaciones en esferas donde pueden aumentar el bienestar y la salud de miles de millones de personas.

Si bien el Organismo puede promover enfoques de mercado, incluida la divulgación en el sector privado, la atención principal sigue concentrándose en la cooperación directa con los gobiernos.

Para aumentar la autonomía y las capacidades técnicas de los institutos nucleares nacionales, el OIEA puede dar apoyo a los gobiernos de varias formas.

## LOGRO DE INSTITUCIONES NUCLEARES AUTÓNOMAS Y SOSTENIBLES: EXPERIENCIA DE MALASIA

Varios países en desarrollo ejecutan pujantes programas, incluso en expansión, de aplicaciones nucleares no relacionadas con la esfera de la energía nucleoelectrónica: Sudáfrica, República de Corea, Brasil, China, Paquistán, Argentina, India y Malasia. Sus capacidades de investigación y desarrollo (I+D) merecen justo reconocimiento. Sin embargo, salvo Malasia, todos esos países tienen programas nucleoelectrónicos.

La creación del Instituto Malayo de Tecnología Nuclear (MINT) en 1972, constituyó el primer paso dado por el país hacia la autonomía y la sostenibilidad en materia de tecnología nuclear. Actualmente, con crecientes ingresos anuales de 2,1 millones de dólares de los Estados Unidos, el MINT ha logrado muchos de sus objetivos iniciales.

**Productos y servicios.** La comercialización se ha producido en esferas como la de los biomateriales; productos de centrales; látex de caucho natural vulcanizado; juegos de diagnóstico médico; y radioisótopos para aplicaciones médicas, industriales y agrícolas. El instituto también es un importante proveedor de servicios, como, por ejemplo, la esterilización de productos médicos; calibración de instrumentos; garantía de calidad para la dosimetría industrial y médica; evaluación de la contaminación ambiental; vigilancia y control radiológicos; sanidad y seguridad; diseño e ingeniería de instalaciones y control de procesos; ordenación de recursos hídricos; asesorías, políticas y planificación en materia nuclear; capacita-

ción y certificación en protección radiológica y ensayos no destructivos.

La historia del MINT se divide en tres etapas. En el período 1972-1982, se creó la infraestructura básica, se consolidó la I+D; se establecieron las prioridades para la comercialización y la transferencia de tecnología. En el período 1983-1993, se prestó atención al desarrollo de centros de excelencia en ensayos no destructivos, normas secundarias de dosimetría y análisis por activación de neutrones; construcción de plantas piloto para la irradiación gamma y el procesamiento por haces electrónicos y otros aspectos. Desde 1994, se ha puesto énfasis en la comercialización de bienes y servicios; investigación por contrato; y adaptación de la infraestructura.

Las características fundamentales del modelo comercial son:

- Una División Comercial piloto y un Parque de Tecnología dentro del MINT;
- Seguridad, fiabilidad y calidad demostradas de bienes y servicios;
- Políticas de dirección que ponen de relieve la planificación, aplicación, vigilancia y evaluación apropiadas, utilizando indicadores de ejecución verificables para mantener el control adecuado;
- Una red de coordinación que involucre a todos los protagonistas principales;
- Mecanismos flexibles, como memorandos de entendimiento, asociaciones, empresas mixtas y acuerdos de concesión de licencias.

Fortaleciendo las CEA mediante inversiones en la infraestructura, especialmente en los Estados Miembros menos adelantados, el Organismo continuará ayudando a aumentar la capacidad en materia de ciencia y tecnología nucleares. Se hace especial hincapié en proyectos relacionados con aplicaciones y servicios que han demostrado su utilidad a los ministerios principales, o que presentan oportunidades interesantes para la inversión privada.

Apoyando a las CEA para que formen asociaciones con los principales ministerios encargados del desarrollo, y otras organizaciones, el Organismo Internacional de Energía Atómica las puede ayudar a avanzar más

rápidamente en dirección de la autonomía. Esa estrategia procura acrecentar el papel de las CEA en la adopción nacional de políticas y decisiones nacionales y abrir oportunidades para generar ingresos.

Para estimular y promover el diálogo y la divulgación, se pueden iniciar y apoyar diversas actividades como proyectos, cursos de capacitación, estudios de caso que muestren la mejor forma de combinar la competencia técnica con la dirección acertada y las prácticas comerciales, así como intercambios de información y experiencia, especialmente en el contexto de visitas y actividades bilaterales, regionales e interregionales, incluso las

que tienen, por lo general, un carácter técnico.

En respuesta a los retos del cambiante mercado nuclear, el Organismo puede apoyar a las instituciones nucleares nacional es en formas novedosas y útiles, destinadas a ayudar a generar los conocimientos prácticos requeridos para aumentar las capacidades y la autonomía.

De esa manera, se reforzará la histórica función del Organismo Internacional de Energía Atómica de apoyar el desarrollo técnico, de modo que más países puedan tomar medidas para fortalecer la gestión y aplicación de la ciencia y la tecnología nucleares en pro del desarrollo sostenible. □