



Un renacimiento nuclear incierto

por Victor M. Murogov

Las iniciativas mundiales reclaman el desarrollo de reactores avanzados y el fomento de la educación sobre la energía nuclear. El futuro está lleno de incógnitas.

A medida que el debate sobre la energía va adquiriendo prioridad en la agenda mundial, ¿qué función se prevé para la energía nucleoelectrica en los próximos decenios? ¿Se está haciendo lo suficiente para actualizar los nuevos reactores - y los conocimientos sobre su seguridad - de manera que funcionen cuando los necesitemos, especialmente en los países en desarrollo donde la demanda de energía está creciendo a un mayor ritmo? No hay respuestas fáciles, pero se vislumbran algunas orientaciones.

Hay novedades importantes que están influyendo en el cambiante sector nuclear, tanto en el aspecto laboral como en el tecnológico y en el de la formación de la próxima generación de dirigentes. Uno de los retos prioritarios es conservar los conocimientos y la experiencia adquiridos en las distintas esferas nucleares para así contar con una base sólida a partir de la cual lograr soluciones física y tecnológicamente seguras.

Por suerte, algunas iniciativas mundiales pueden allanar la vía del futuro de la energía nucleoelectrica y su contribución al desarrollo sostenible, por ejemplo, las medidas adoptadas por el OIEA – el Proyecto internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO), y la Universidad Nuclear Mundial (UNM). Ambas iniciativas están contribuyendo a fomentar una mayor conciencia de la gestión de la enseñanza y los conocimientos, así como de la necesidad de tecnologías nucleares avanzadas.

Lamentablemente, tanto en Rusia como en Estados Unidos, Europa Occidental y los países en desarrollo poseedores de material nuclear, es menester prestar más atención y apoyo a la enseñanza teórica y práctica de lo nuclear, así como a preservar los decenios de experiencia nuclear que han posibilitado estas iniciativas internacionales. En mi opinión, se están perdiendo oportunidades y esto nos está llevando a un futuro nuclear incierto. Se impone repasar el panorama.

El INPRO y la seguridad energética

El proyecto INPRO surgió como respuesta al llamamiento formulado por el Presidente de Rusia, Vladimir Putin, en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas del año 2000, a la cooperación internacional en el ámbito de la energía nuclear. El INPRO está orientado a la seguridad energética mundial y a la función de las centrales nucleares innovadoras y de los ciclos del combustible que excluyen el uso del plutonio

China es uno de los países que tienen planes ambiciosos en materia de energía nuclear. La foto muestra el interior de la sala de control de la central nuclear de Qinshan. Foto: Pavlicek/OIEA

separado y del uranio muy enriquecido – afrontando así las inquietudes, tanto sobre la seguridad tecnológica, como las referentes a la proliferación.

Actualmente el Proyecto INPRO cuenta con 26 miembros, entre países y organizaciones: Alemania, Argentina, Armenia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, China, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Federación de Rusia, Francia, India, Indonesia, Japón, Marruecos, Países Bajos, Pakistán, República Checa, República de Corea, Sudáfrica, Suiza, Turquía, Ucrania, y la Comisión Europea.

› La energía nucleoelectrica para el suministro de agua potable.

Basta decir que en los países industrializados, como Estados Unidos, Japón y los de Europa Occidental, el volumen de las aplicaciones no energéticas de las tecnologías nucleares supera el de la energía nucleoelectrica, lo que equivale a afirmar que las tecnologías nucleares aplicadas a la medicina, la industria, la agricultura y otros campos tienen una repercusión enorme en las economías industriales.

Así pues, la introducción y el uso de la energía nucleoelectrica pueden ayudar enormemente a los países a alcanzar sus objetivos de desarrollo sostenible. Pero esto sólo será posible mediante la construcción de reactores nucleares innovadores. Esta tesis fue subrayada por el estudio realizado dentro del proyecto INPRO, y también por los expertos del Foro Internacional de la Generación IV (GIF) auspiciado por Estados Unidos, cuyo objetivo son los sistemas de energía nuclear de la “siguiente generación”.

¿Cómo se presenta el futuro energético del mundo? Las estimaciones indican que la población mundial se aproximará a 10-12 mil millones de personas hacia el año 2050, con un consumo energético general que es de esperar que se duplique o triplique. También se estima que el consumo eléctrico aumentará a un ritmo mucho mayor, multiplicándose por cinco o siete.

Lo que es importante es que aproximadamente 70% del aumento del consumo eléctrico se atribuye a la demanda de los países en desarrollo. El uso de los hidrocarburos como combustible para hacer frente a este aumento suscita muchas dudas, por razones que van desde los limitados recursos petrolíferos hasta la preocupación por el efecto de invernadero. A la luz de estos datos, las proyecciones indican que la proporción de la energía nuclear en el mercado energético mundial debe alcanzar 35% en el año 2050.

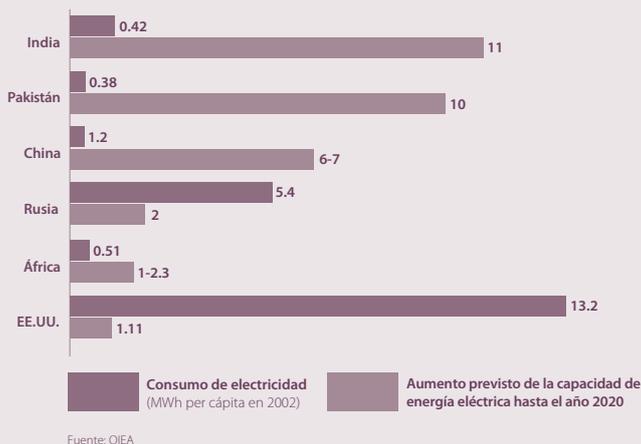
También se prevé un cambio en la estructura de los mercados energéticos en el curso de este siglo. Existe un nuevo mercado emergente – la producción de hidrógeno – que, según las proyecciones, contribuirá a incrementar el uso de la energía nucleoelectrica hacia finales del siglo XXI. Para entonces, en un futuro a largo plazo, la producción total de energía nucleoelectrica podría alcanzar entre 12 000 y 15 000 gigavatios eléctricos (GWe), frente a un nivel actual de 364 GWe.

Con respecto a la investigación y desarrollo en energía nucleoelectrica, surgen tres orientaciones de sistemas innovadores:

Una de las conclusiones más importantes de los expertos del INPRO y del GIF es que solamente un ciclo de combustible nuclear cerrado – en el cual el plutonio se recicle en reactores rápidos – podría hacer que la energía nucleoelectrica llegara a ser un fuerte competidor en el mercado energético mundial.

Se deben desarrollar nuevos reactores que sean substancialmente seguros y basados en características pasivas de seguridad tecnológica.

Necesidades y Perspectivas de Electricidad



Para hacer frente a la creciente demanda, los países y las regiones prevén multiplicar su capacidad de generar electricidad de aquí al año 2020 por valores que oscilan entre algo más de uno en EE.UU. y once en la India.

Según un análisis realizado en el marco del INPRO, las tendencias y los acontecimientos mundiales en materia de energía muestran un panorama bastante claro:

- › Fuerte crecimiento de la población y de la demanda energética;
- › Intensa competencia para acceder a los recursos fósiles, limitados e irregularmente distribuidos;
- › Creciente inestabilidad en los países exportadores de petróleo;
- › Más conciencia ecológica y mayores limitaciones medioambientales; y
- › Mayor disparidad en el consumo energético entre países ricos y pobres.

El análisis apunta a que la tecnología nuclear no es sólo un elemento del mercado de la energía, sino que va mucho más allá de la producción de electricidad, introduciéndose de múltiples formas en el ámbito social, político y económico de las sociedades industrializadas:

- › La medicina nuclear en la asistencia sanitaria;
- › La tecnología nuclear en la gestión alimentaria y en la agricultura;
- › Las aplicaciones nucleares para el control de calidad en la industria;
- › Las aplicaciones nucleares en la ciencia, la investigación y la industria (láseres, aceleradores, producción de isótopos);

La tecnología de la energía nucleoelectrica ha de diversificarse: debe estar preparada para contribuir a los mercados regionales de calefacción (que, según las proyecciones, acapararán entre 20 y 25% de todo el mercado energético) así como al transporte (actualmente entre 30 y 35% en países desarrollados) a través de las tecnologías de producción de hidrógeno basadas en reactores de altas y "superaltas" temperaturas refrigerados por gas.

Como se ha visto, la mayor presencia de reactores nucleares en el mercado energético agrava los temores relacionados con la proliferación y que el INPRO está afrontando.

El INPRO no se limita a contabilizar los materiales fisibles y ocuparse de su salvaguardia, sino que aborda una serie más amplia de temas:

- › Desarrollar el actual sistema de salvaguardias del OIEA, comprendidos los sistemas nacionales de protección física contra el sabotaje y el terrorismo;
- › Oponer barreras técnicas y tecnológicas al tráfico ilícito de materiales nucleares;
- › Proporcionar medidas institucionales, entre ellas un acuerdo internacional sobre los centros nucleares internacionales apoyados por el OIEA para el reprocesamiento de materiales nucleares y la eliminación de los desechos, el enriquecimiento de uranio, el reciclado de plutonio basado en reactores rápidos, el suministro de combustible de uranio poco enriquecido como el U 235, el U 238 naturales en la actualidad y, en el futuro, el U 233 y el U 238.

En resumen, el INPRO intenta establecer un nuevo régimen internacional para el uso de la energía nucleoelectrica. En la práctica, este régimen implicaría un nuevo acuerdo internacional sobre el uso pacífico de la energía nuclear y un mayor papel del OIEA en calidad de garante principal.

Es importante subrayar la importancia de la cooperación internacional en el campo de las tecnologías nucleares innovadoras. Entre los numerosos miembros del INPRO (más de dos docenas) figuran ahora, por ejemplo, China, India y Rusia. Tanto China como India (que entre las dos sumarán más de tres mil millones de habitantes en el año 2050) tienen ambiciosos proyectos en materia de programas nucleares, lo que pone de manifiesto la creciente importancia de la cooperación mundial y de la transferencia de conocimientos nucleares para hacer frente a los retos energéticos y medioambientales.

La educación nuclear – Una crisis de desarrollo.

En el campo nuclear, la conservación y transmisión de conocimientos a la próxima generación de dirigentes están estrechamente ligadas a la cooperación mundial entre el norte y el sur, el este y oeste. La Universidad Nuclear Mundial (UNM) fue inaugurada en el año 2004 con el apoyo

del OIEA, la Asociación Nuclear Mundial, la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, y la Asociación Mundial de Explotadores de Instalaciones Nucleares.

La UNM reúne los programas de educación nuclear del mundo entero y representa un avance lógico del INPRO en la medida en que refleja la necesidad de transmitir los conocimientos y la experiencia de los países industrializados a los países en desarrollo. Por ejemplo, el OIEA posee la mayor base de datos sobre la literatura relacionada con lo nuclear en el ámbito de sus usos pacíficos, el Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS), y está llevando a cabo un activo programa internacional de gestión del conocimiento. La cooperación internacional para el establecimiento de sistemas nucleares innovadores y la gestión del saber es un requisito esencial con miras al papel mundial de la tecnología nuclear.

En la Unión Soviética la educación nuclear fue separada de la rama de enseñanza de las ciencias y técnicas. Los estudiantes y catedráticos de las asignaturas relacionadas con la energía nuclear disfrutaban de algunos privilegios (mayor apoyo económico, mejor salario, becas, etc.) que atraían a los estudiantes mejor dotados a trabajar profesionalmente en este sector. Esta misma idea sustenta la UNM. Los estudiantes con talento e interesados en la energía nuclear son cuidadosamente seleccionados y reciben becas para los institutos de verano de la UNM, para que tengan así la oportunidad de dialogar frente a frente con científicos y especialistas de renombre internacional.

Sin embargo, la educación nuclear en Rusia ha pasado de gozar de la máxima prioridad a ocupar hoy un nivel medio en la enseñanza universitaria, lo que resulta lamentable en comparación con el prestigio que tenía antes. Las principales universidades nucleares (a saber, el Instituto de Ingeniería y Física de Moscú, y la Universidad Técnica Estatal de Ingeniería Nuclear de Obninsk) pasaron de depender de RosAtom (el Organismo Federal de Energía Nuclear) a depender del Ministerio de Educación y Ciencia, del que no reciben apoyo suficiente para atraer a los jóvenes a las carreras nucleares.

Rusia ha sido el país más desarrollado en lo que a reactores rápidos se refiere, así como en la enseñanza universitaria relacionada con la energía nuclear. La estrategia para el desarrollo de la energía nucleoelectrica en este país se basa en la importancia de los reactores rápidos en un futuro ciclo cerrado del combustible, pero no existe ningún programa nacional para conservar los conocimientos y la experiencia en estos campos.

Además, hasta hace muy poco Rusia no ha participado en el plano nacional en la UNM, donde coinciden los sistemas educativos de los principales países nucleares. La extraña paradoja es que la comunidad nuclear mundial aprovecha la experiencia de la antigua Unión Soviética para la organización de la educación nuclear (realizada en el decenio de 1960 en el Instituto de Ingeniería y Física de Moscú y en el Instituto de Física y Tecnología de Moscú) y, sin embargo, Rusia niega su propia ventaja.

En mi opinión, la situación de la educación nuclear en Rusia debe considerarse crítica. Solamente tiene un plan de estudios de cinco años de duración para consolidar y transmitir los conocimientos y la experiencia nucleares a la nueva generación de especialistas nucleares rusos. Si no se producen cambios drásticos en la actitud gubernamental respecto a la enseñanza nuclear, la situación llegará a ser catastrófica.

Rusia está experimentando un deterioro de su cultura, su experiencia y su conocimiento nucleares. La brecha generacional es un hecho lamentable. Aunque se siguen matriculando estudiantes en las facultades de estudios nucleares, la calidad de la enseñanza es inferior a la de hace dos decenios. Un factor importante son los bajos sueldos del profesorado universitario, que dan lugar a una merma de calidad de la enseñanza. Por otro lado, también está el envejecimiento de la población activa. La franja de edad de los principales especialistas nucleares está entre los 60 y los 70 años. Hay una falta de grandes y creativos especialistas entre 35 y 45 años. Todo ello pone en entredicho el programa federal de desarrollo nuclear.

Pero no es éste un problema exclusivo de Rusia. Los especialistas saben bien que la comunidad nuclear tiene que adoptar medidas urgentes para salvaguardar los conocimientos nucleares. En la lista de medidas deben figurar en buen lugar los incentivos en forma de apoyo económico a la investigación nuclear y el personal docente, así como las becas para los mejores estudiantes.

Las iniciativas locales echan raíces. Las iniciativas mundiales para un renacimiento nuclear requieren apoyo institucional y científico. No obstante, es posible reactivar las mejores tradiciones nacionales de la educación nuclear, organizando centros de enseñanza de ingeniería nuclear con programas universitarios de física y matemáticas, y fomentando una estrecha colaboración con la labor experimental y tecnológica que realizan los principales laboratorios nucleares nacionales. En Rusia, gracias a iniciativas locales, están surgiendo centros de este tipo cerca de las grandes organizaciones industriales y de investigación situadas en Tomsk, Dimitrovgrad y Obninsk.

Obninsk, cuna rusa de la tecnología nuclear para usos pacíficos, ofrece una excelente oportunidad para establecer un centro integrado de ciencia y tecnología nucleares. La ciudad alberga 12 instituciones de investigación relacionada con la energía nuclear que disponen de diversas instalaciones experimentales. En el año 2000, por un decreto especial del Presidente, Obninsk adquirió la categoría especial de Primera Ciudad Científica (en ruso, "Naukograd") de la Federación de Rusia.

Pese a esta honrosa categoría, la realidad es que la base experimental de Obninsk está envejeciendo y apenas produce resultados científicos de vanguardia. Sin programas de investigación respaldados a escala federal, la base experimental de Obninsk se está quedando obsoleta y no tiene ninguna rentabilidad. Sin embargo, podría aportar beneficios decisivos si se utilizara con fines de capacitación teórica y práctica.

Obninsk tiene aproximadamente 100 000 habitantes y está orgullosa de sus altos niveles de educación. Más de 1 100 personas poseen el título universitario de *Candidato en Ciencia* (equivalente a un doctorado) y el de *Pleno Doctor en Ciencias* (título universitario especial ruso). Los ingenieros dedicados a la ingeniería de la investigación son más de 12 000. La comunidad de estudiantes se aproxima a los 8 000. La mayor institución docente es la Universidad Técnica Estatal de Ingeniería Nuclear de Obninsk, que es la única universidad de Rusia que ha logrado mantener un proceso docente integrado en un amplio espectro de asignaturas de ciencias nucleares aplicadas, tecnología e ingeniería.

La primera Asociación Rusa de Ciencia y Educación Nucleares (RANSE) fue registrada en Obninsk en 2005. La RANSE fue creada y promovida por importantes científicos de la Universidad de Obninsk, del Centro Ruso de Investigación "Instituto Kurchatov" (Moscú), el Centro Radiológico para la Investigación Médica de la Academia Rusa de Ciencias Médicas (Obninsk) y el Centro de Investigación Ruso "Instituto de Física Teórica y Experimental" (Moscú). La RANSE es una organización no lucrativa que está abierta a otros participantes.

En diciembre de 2006, la RANSE organizó y celebró en su sede, en cooperación con el OIEA y la UNM, su primera conferencia sobre educación nuclear, "La tecnología nuclear para la vida humana en el Siglo XXI", en el marco de la cual se celebraron con éxito Sesiones Científicas Internacionales. Desde entonces, se organizan periódicamente sesiones científicas en Obninsk.

Aunque la RANSE ha recibido algún apoyo financiero local, lamentablemente no cabe decir lo mismo con respecto a organizaciones federales como RosAtom o el Ministerio de Educación y Ciencia, reflejo de la mentalidad burocrática y a corto plazo con que se aborda el problema de la preservación de las competencias, el conocimiento, el profesionalismo y los recursos humanos para el desarrollo nuclear de Rusia.

Las iniciativas internacionales emprendidas en los últimos años con el apoyo del OIEA pueden ser esenciales para un "renacimiento nuclear" que desempeñe un papel clave en la aspiración mundial de reducir la pobreza y elevar los niveles de vida. Resulta irónico que estas iniciativas estén basadas en la experiencia nuclear de Rusia, que actualmente se encuentra en pleno proceso de deterioro. A mi juicio, la situación podría ser aún reversible si se contara con más apoyo.

Victor Murogov, ex Director General Adjunto del OIEA Jefe del Departamento de Energía Nuclear, es profesor de la Universidad Técnica Estatal de Ingeniería Nuclear de Obninsk en Rusia. Este ensayo fue escrito con la colaboración del académico N. N. Ponomarev-Stepnoy y del Sr. A. G. Kalandarishvili, del Centro de Investigación Ruso, Instituto de Kurchatov, Moscú, y los profesores V. V. Artisyuk, Yu A. Korvin y A. I. Voropaev, de la Universidad Técnica Estatal de Ingeniería Nuclear de Obninsk.
Correo-e: victor_murogov@mail.ru