

Energía nucleoelectrónica y seguridad nuclear: Cometido del OIEA en un mundo en evolución

por B.A. Semenov y J.U. Ahmed*

En el desempeño de sus funciones en las esferas de la energía nucleoelectrónica y de la seguridad nuclear, el OIEA no ha seguido una pauta rígida para asignar prioridades a sus programas; más bien, ha sido flexible en cuanto a la importancia concedida a esferas o sectores de actividad, de acuerdo con las tendencias o las necesidades del momento. Durante los 25 años de su existencia, el Organismo ha atendido las peticiones o necesidades previsibles de sus Estados Miembros, en especial de los países en desarrollo, y ha emprendido programas de actividades que se consideraba servirían los intereses de éstos. Cuando surgen o se prevén nuevos problemas relativos a la energía nucleoelectrónica o a cuestiones de seguridad conexas, o cuando determinados hechos relativos a un tema justifican una atención especial, se han planificado y se planifican nuevas actividades.

En un principio el OIEA inició un programa sobre reactores, y creó una División de Reactores para llevar a cabo ese programa, prestando a los Estados Miembros asesoramiento y asistencia para la ejecución de sus programas de reactores, evaluando técnicamente las solicitudes de los Estados Miembros relacionadas con proyectos de reactores, estimulando y fomentando la construcción de reactores y reuniendo y difundiendo datos acerca del diseño y de la tecnología de los reactores. Dado que en aquella época el desarrollo de los distintos tipos de reactores en los países adelantados se encontraba en una fase experimental, la principal tarea de la División de Reactores fue mantener informados a los Estados Miembros sobre todos los progresos efectuados en tal materia. Esto indujo a la publicación de un *Directory of Nuclear Reactors* en tres tomos, en 1959 y 1960, que trataba del diseño, costos y características de funcionamiento de los reactores de potencia, de investigación, experimentales y de ensayo. Posteriormente esa publicación se actualizó y amplió.

Cuando se creó el Organismo en 1957, existían solamente tres centrales nucleares con una potencia total de 105 MW(e), en dos Estados Miembros (Reino Unido y Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas). La segunda Conferencia Internacional de las Naciones Unidas para la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos de 1958, y la cuarta reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA, celebrada en 1960, pusieron de relieve la tendencia existente hacia la utilización de la energía nucleoelectrónica y el creciente

interés por la misma. Esto dio como resultado la inclusión entre las principales actividades de la División de Reactores del empleo de reactores generadores, técnicas de reactores, física de los reactores y seguridad de los reactores. El Organismo realizó estudios sobre la energía nucleoelectrónica, por sí mismo o conjuntamente con un Estado Miembro. Este programa, especialmente en cuanto a estudios energéticos y de seguridad de reactores se amplió rápidamente y, en 1963, la División de Reactores cambió su denominación por la de División de Energía Nucleoelectrónica y Reactores para reflejar la creciente importancia concedida a la energía nucleoelectrónica.

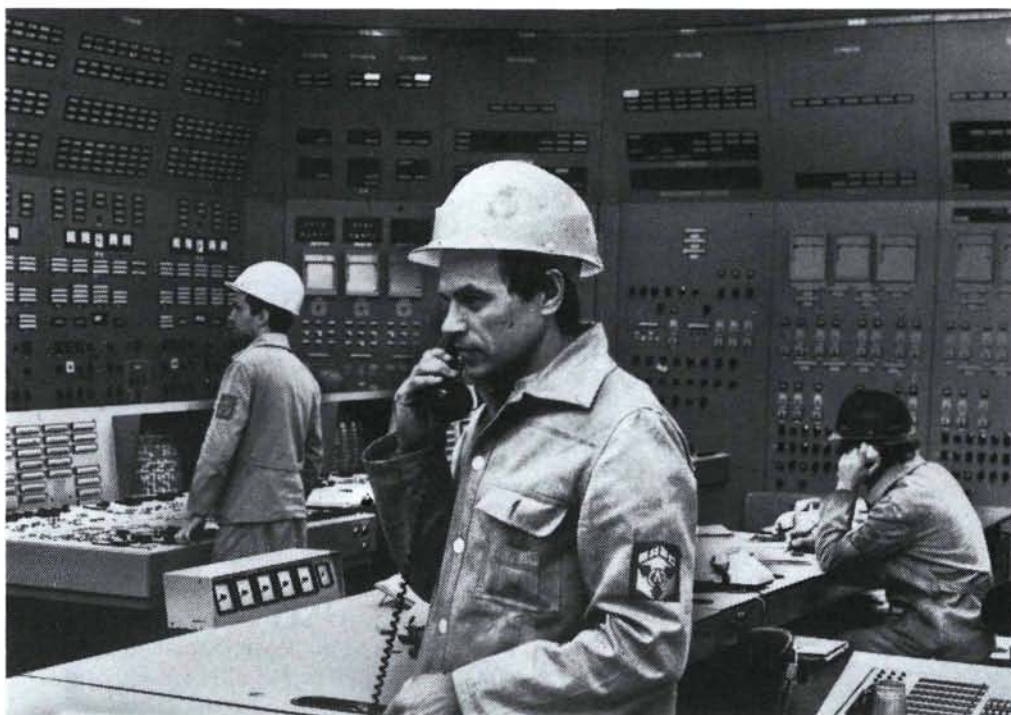
Los estudios realizados a principio de la década de los 60 comprendían los aspectos económicos de la energía nucleoelectrónica, la metodología de la determinación de costos, y, en relación con las necesidades de los Estados Miembros en desarrollo, la tecnología y aspectos económicos de los reactores de potencia media. Cuando los resultados eran positivos y se elaboraron proyectos definitivos, el Organismo ayudó en la planificación del proyecto, la selección del emplazamiento y del sistema del reactor, la preparación de especificaciones y evaluación de ofertas y el asesoramiento sobre la construcción. Pero en 1965, solamente existían en funcionamiento algunas centrales nucleares, con una potencia total de 5 GW(e) con fines experimentales o de demostración en contados Estados Miembros desarrollados. El optimismo sobre las posibilidades de la energía nucleoelectrónica comercial se manifestó desde mediados de los años 60 hasta mediados de los años 70; en época tan reciente como el año 1974 las previsiones del OIEA respecto a la potencia nucleoelectrónica instalada en 1990 y 2000 (basadas en las previsiones nacionales) eran tres veces superiores a las actuales. También en ese período optimista muchos Estados Miembros, como el Canadá, Israel, México, Túnez, Reino Unido y los Estados Unidos de América, mostraron interés por las centrales combinadas para producción de energía y desalinización de agua del mar. En respuesta a tales tendencias, la División de Energía Nucleoelectrónica y Reactores estudió las aplicaciones de tipo avanzado, incluida la utilización en gran escala con fines múltiples de la energía nuclear para la producción de electricidad y la desalinización y para complejos agroindustriales. Los servicios de asesoramiento a Estados Miembros en desarrollo tendieron a seguir el mismo rumbo mediante la realización de estudios sobre desalinización para su aplicación en regiones áridas (Israel, Egipto, Túnez, etc.). Tras la tercera Conferencia de Ginebra para la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, de 1964, se produjo un retorno a los problemas técnicos relacionados

* El Sr. Semenov es Director General Adjunto del Departamento de Energía y Seguridad Nucleares del OIEA. El Sr. Ahmed es funcionario de la Sección de Seguridad Radiológica, de la División de Seguridad Nuclear, asimismo del OIEA.

La URSS era uno de los Estados Miembros que en el momento del establecimiento del Organismo tenía centrales nucleares en funcionamiento; desde entonces su programa nuclear se ha desarrollado y prosperado. Esta fotografía muestra una sala de control de la central nucleoelectrica de Beloyarsk:

con la entrada en funcionamiento de nuevos reactores, la electricidad generada por esta central se habrá duplicado en 1985.

[Foto TASS]



con el diseño, construcción y explotación de grandes centrales nucleares. Las actividades de intercambio de información del Organismo se orientaron hacia esferas técnicas más específicas, por ejemplo: integración de centrales en pequeñas redes, problemas de las vasijas de presión e instrumentación de control. Durante este período el intercambio de información a través de simposios del OIEA más reducidos vino a sustituir las funciones de las grandes Conferencias de Ginebra anteriores: el Organismo se convirtió en el más importante editor de obras sobre energía y técnicas nucleares.

La última década, a partir de 1972, se ha caracterizado por una creciente percepción de las complejidades y exigencias de la energía nucleoelectrica y por un rápido incremento de los costos y de los plazos de terminación de centrales nucleares. Al mismo tiempo, con el aumento del precio de la energía se inició un descenso de la tasa de crecimiento del consumo de la misma. El Organismo en su labor de asistencia y asesoramiento a los Estados Miembros subrayó la necesidad de objetividad en la planificación nucleoelectrica y, en particular, señaló las condiciones previas, requisitos y restricciones relativos a la introducción de la energía nucleoelectrica. Dichos requisitos y restricciones comprenden el tamaño y estructura de la red, aspectos económicos y financieros, cuestiones de personal y organización, características de la infraestructura industrial y problemas de seguridad y de garantía de calidad. Estas cuestiones presentan aspectos diferentes según los países, por lo que el Organismo ayudó los Estados Miembros a definir sus requisitos respectivos.

Para ayudar en especial a los Estados Miembros en desarrollo, el Organismo estableció medios para estimar la cantidad de energía, electricidad y energía nucleoelectrica necesaria para llevar a cabo los planes de desarrollo económico. Los medios establecidos comprenden el WASP (Wien Automatic System Planning), programa de computadora para optimizar los costos de

modalidades posibles a largo plazo de ampliación de los sistemas eléctricos. En 1980 se terminó la versión WASP III, última de una serie de mejoras sucesivas del programa original elaborado en 1973. El modelo WASP ha sido ampliamente utilizado por el OIEA y solicitado por 40 Estados Miembros y cinco organizaciones internacionales. Hasta mediados de 1981, 20 Estados Miembros comunicaron haber utilizado el WASP en 53 estudios de planificación, y se proyecta realizar otros 30 o más estudios utilizando dicha técnica.

La División ha elaborado también un Banco de Datos Energéticos y Económicos, que contiene datos básicos sobre energía y economía necesarios para estudios analíticos. Se ha establecido un Sistema de información sobre reactores de potencia para ayudar a analizar la experiencia adquirida en la explotación de centrales nucleares. Dicho Sistema de información ha mostrado que los factores de carga son, en general, muy inferiores al 80%, cifra que se había utilizado en la mayoría de los estudios económicos. Tal resultado ha estimulado a procurar aumentar la fiabilidad intercambiando información sobre determinados problemas de diseño y explotación.

A lo largo de los años, el OIEA ha celebrado cursos de capacitación sobre tales materias, los cuales han evolucionado desde cursos generales sobre la planificación y utilización de la energía nucleoelectrica hasta estudios más específicos sobre temas de importancia para los programas nucleares de los Estados Miembros en desarrollo, tales como la formación de mano de obra, la garantía de calidad, la seguridad y fiabilidad de reactores en funcionamiento, etc. La División de Energía Nucleoelectrica ha preparado guías tanto sobre esos temas como sobre otras cuestiones como la introducción de la energía nucleoelectrica, la integración de las características de las redes de distribución y el diseño y funcionamiento de las centrales nucleares, la instrumentación necesaria en dichas centrales para las

operaciones de control, la gestión de los proyectos nucleoelectrónicos y las especificaciones para las adquisiciones de equipamiento; la División ha cooperado asimismo en la preparación de códigos y guías de seguridad del Programa NUSS sobre todos los aspectos relacionados con la garantía de calidad.

Desde el principio del funcionamiento del OIEA se han enviado numerosas misiones a los países en desarrollo para asesorarlos y ayudarlos en todas las cuestiones concernientes a la necesidad y funciones de la energía nucleoelectrónica, así como sobre determinadas actividades esenciales para la realización de los programas nucleoelectrónicos. Las primeras misiones asesoraron principalmente sobre la viabilidad de la energía nucleoelectrónica, pero después se han centrado de manera creciente sobre las especiales necesidades de los Estados Miembros individuales, la transferencia de conocimientos técnicos y la labor de capacitación. Los siguientes factores son importantes para el éxito de similares misiones futuras y para la labor de cooperación técnica: la cooperación entre el OIEA y sus Estados Miembros para la planificación y formulación de proyectos a largo plazo, la capacitación y participación de expertos locales en estudios sobre los distintos países y en otros proyectos del OIEA, y —cuando ello sea posible— las actividades de seguimiento y evaluación.

La expansión de la energía nucleoelectrónica perdió ímpetu al final de los años 70. Ahora bien, este retroceso, agravado por el accidente de Three Mile Island, no hizo disminuir las actividades del OIEA; por el contrario, se concedió mayor importancia a actividades tales como planificación, diseño, emplazamiento, explotación, garantía de calidad y seguridad. De ello son prueba la gran conferencia sobre la energía nucleoelectrónica celebrada por el Organismo en Salzburgo en 1977 y la proyectada para septiembre de 1982.

Seguridad radiológica y nuclear

A lo largo de los 25 años de existencia del OIEA, la seguridad radiológica y nuclear ha sido una de sus principales preocupaciones. Por ello, cuando se creó el Organismo se estableció una División para ocuparse de tal labor; en 1963 la División cambió su nombre por el de División de Salud, Seguridad y Eliminación de Desechos Radiactivos, para indicar la ampliación de sus actividades en la esfera de los desechos radiactivos.

Al principio, cuando los Estados Miembros comenzaron a utilizar las radiaciones y los radisótopos en medicina, agricultura e industria, el interés se centraba en la protección radiológica profesional. Como etapa inicial, se consideró importante proveer a los usuarios de fuentes radiactivas de un manual de práctica para el manejo sin riesgos de tales sustancias. Dicho documento se finalizó en 1958 y constituyó la primera publicación de la *Colección Seguridad* del Organismo. Poco después comenzó la labor de preparar otras normas, guías, códigos de práctica y manuales de seguridad. Hacia 1960, el internacionalmente aceptado Reglamento para el transporte sin riesgos de materiales nucleares fue aprobado por la Junta de Gobernadores y publicado como volumen Núm. 6 de la *Colección Seguridad*. En 1963 se publicó en dicha colección el Núm. 9: Normas básicas de seguridad en materia de protección radio-

lógica. Se actuó con notable flexibilidad al asignar prioridades a los temas, y en publicaciones subsiguientes se trataron de temas tales como la organización de los programas de protección radiológica, la vigilancia física y médica de los trabajadores y la vigilancia radiológica del personal y de zonas.

Al principio de la década de los 60 se convocó el primer simposio internacional sobre seguridad patrocinado por el Organismo. Temas de las dos primeras reuniones fueron las técnicas de evaluación de la seguridad de los reactores y la seguridad de los reactores de investigación. Al aumentar rápidamente los programas nucleoelectrónicos, un simposio celebrado en 1963 sobre el emplazamiento de centrales nucleares subrayó la importancia creciente de tales cuestiones para las actividades del Organismo en materia de seguridad.

Con el número de proyectos de centrales nucleares, la atención mundial se centró en la protección de la población en general y del medio ambiente. En 1971, la División, reorganizada, cambió de nombre por el de División de Seguridad Nuclear y Protección del Medio Ambiente. En 1974, su labor se amplió notablemente al incluir el Programa NUSS, destinado a la redacción de todo un cuerpo de códigos de práctica y guías de seguridad para centrales nucleares aprobado internacionalmente*. En 1978 se publicaron los cinco códigos que tratan de las cinco esferas principales: organizaciones nacionales, emplazamiento, diseño, explotación y garantía de calidad; y en 1985 se habrá publicado el conjunto total de códigos y guías en inglés con traducciones al español, francés y ruso.

El accidente de Three Mile Island, en 1979, condujo a una reevaluación del programa del Organismo. Se ampliaron de nuevo las actividades de seguridad nuclear que en 1981 pasaron a ser responsabilidad de una División de Seguridad Nuclear separada, dedicada solamente a la utilización de la energía nuclear en condiciones de seguridad. Aunque se determinó que no es necesaria una modificación radical de los requisitos de seguridad o de la tecnología de las centrales nucleares, era evidente que las enseñanzas deducidas de Three Mile Island debían incorporarse a las futuras actividades. En la planificación futura deben tener primordial importancia las consideraciones de seguridad operacional, incluida la denominada "interfaz hombre-máquina", o sea la necesidad de conocer los límites de la capacidad humana para desenvolverse en un ambiente de siempre creciente complejidad.

La puesta en práctica del Programa NUSS, ahora que los documentos básicos están casi terminados, será el punto focal de las actividades en materia de seguridad nuclear en los próximos años. No solamente deben ser aceptadas las normas sino también puestas en práctica. Muchas de las soluciones a los problemas que preocupan a los Estados Miembros figuran ya en los códigos y guías; por ello, parte importante del cometido del Organismo es fomentar su empleo. Se están organizando cursos de capacitación, misiones de asesoramiento especial y seminarios para promover el empleo de esas normas en tanto que base para los reglamentos nacionales

* Véase el artículo del Sr. Andres en la página 17 en el que figura una exposición del Programa de Normas de Seguridad Nuclear (NUSS).

para el desarrollo de la industria nuclear en los distintos países y para su empleo en el comercio internacional.

Considerando las nuevas necesidades en materia de seguridad nuclear, ocupan también lugar prominente los planes y preparativos para hacer frente a situaciones de emergencia, razón por la cual el Organismo ha vigorizado su programa en esta esfera. También en esta esfera, además de las recomendaciones técnicas publicadas, las actividades ampliadas comprenden programas de capacitación y misiones de asistencia especial. Otras nuevas actividades en materia de seguridad hoy en curso comprenden el establecimiento de un sistema de información sobre sucesos anormales, el fomento del intercambio de información sobre investigaciones en materia de seguridad y la utilización de códigos de computadora para ayudar a los Estados Miembros a resolver sus problemas en materia de seguridad nuclear.

El Organismo se ha preocupado también de la creciente controversia pública sobre el empleo de la energía nucleoelectrónica. Actualmente en algunos países el desarrollo de esa forma de energía está limitado no solo por dificultades técnicas sino también por el hecho de su rechazo por un sector importante de la población. El OIEA está analizando tal oposición, labor que comprende el análisis de riesgos y beneficios de la energía nucleoelectrónica y la determinación de las esferas de preocupación pública, de modo que los valores sociales puedan tenerse en cuenta al adoptar decisiones en materia de seguridad nuclear. Una de las consideraciones en este terreno es la comparación entre la protección contra riesgos de baja probabilidad y graves consecuencias y de alta probabilidad y exiguas consecuencias.

Se han resuelto algunos de los problemas iniciales en materia de seguridad nuclear. Pero a medida que se producen nuevos adelantos en la esfera nuclear surgen nuevas cuestiones. En este complicado tema puede llegarse mejor a una solución cuando los países comparten sus recursos. La cooperación internacional bajo la dirección del OIEA ha resultado ser un mecanismo útil para obtener soluciones para problemas comunes.

Gestión de desechos

En los primeros tiempos la atención se centró en la tecnología general de gestión de desechos, pero progresivamente el interés derivó a esferas más detalladas y específicas. La manipulación y tratamiento de desechos abarca el tratamiento de desechos sólidos y líquidos y el acondicionamiento de desechos concentrados; comprende todo el tratamiento menos la evacuación definitiva. Aunque estas actividades se llevaron a cabo durante toda la década de los 60, se les viene prestando mayor atención desde el principio de los años 70: en los últimos años en particular se ha estudiado la tecnología para el tratamiento de determinados desechos, por ejemplo, las resinas agotadas de intercambio iónico, desechos que contienen tritio, etc.

Dado el creciente número de centrales nucleares en el mundo, el Organismo comenzó a prestar más atención a la gestión de los desechos de reactores, en especial en vista del nexo inevitable entre las descargas de radiactividad en el medio ambiente y la protección del hombre y de su medio. Teniendo en cuenta el ulterior desarrollo de la energía nuclear, en la década de los 80 se estudiarán

los aspectos de gestión de desechos de los reactores de fisión avanzados y de los de fusión.

El tratamiento de efluentes gaseosos es de particular importancia para proteger el medio ambiente de los efectos perjudiciales de las descargas atmosféricas de radionucleidos procedentes de las instalaciones nucleares. El Organismo ha examinado las técnicas para retener y eliminar los más importantes radionucleidos, partículas y otros efluentes descargados en la atmósfera, y estudiará el funcionamiento de sistemas de depuración de gases residuales de diversas instalaciones nucleares, comenzando por las centrales nucleoelectricas. También se investigará el tratamiento de desechos gaseosos resultantes de sucesos anómalos.

La reelaboración del combustible nuclear produce desechos de alta actividad que contienen emisores alfa de período largo. En el programa del Organismo se revisó primeramente las técnicas de almacenamiento de desechos líquidos de alta actividad. Durante los últimos 20 años se ha realizado una considerable labor de investigación y desarrollo sobre la solidificación de desechos de alta actividad. El sistema más utilizado ha sido la incorporación del desecho en un producto vítreo o cerámico. El examen de las técnicas de solidificación constituyó parte importante de las actividades del OIEA en la década de los 70, y la evaluación de las características de los desechos solidificados de alta actividad formó parte de un programa coordinado de investigación patrocinado por el Organismo. En el futuro la atención se centrará en la manipulación, almacenamiento y evacuación de desechos de alta actividad así acondicionados. Continuarán las actividades relativas a la gestión de desechos procedentes de la minería y el tratamiento de menas radiactivas y de la clausura definitiva de instalaciones nucleares.

La evacuación subterránea de desechos radiactivos se trató anteriormente sobre todo en relación con la tecnología general de gestión de desechos. Por ello el tema recibió elevada prioridad a mediados de los años 60. Ahora bien, desde el comienzo de la década de los 70, la evacuación de desechos radiactivos se ha hecho más apremiante; la evacuación subterránea se considera actualmente la técnica más viable. Se concede importancia a la posibilidad de evacuar los desechos de alta actividad que contienen emisores alfa de período largo en formaciones geológicas profundas. En consecuencia, el Organismo inició en 1977 un programa integrado sobre la evacuación subterránea de desechos.

Satisfaciendo necesidades

Las actividades del Organismo en materia de energía nucleoelectrónica y seguridad nuclear han respondido siempre a las necesidades de sus Estados Miembros y se han concebido y llevado a cabo como un "sistema de satisfacción de necesidades" que funcionase respondiendo con sensibilidad a los variables factores técnicos, económicos y sociales que influyen sobre el desarrollo de la energía nucleoelectrónica en el mundo. Aunque en muchos países la expansión de los programas nucleoelectricos ha disminuido desde mediados de la década de los 70 —y aún más después como consecuencia del accidente de Three Mile Island—, la productividad del programa del Organismo no ha decrecido. Más bien se ha intensificado la vigilancia en las esferas del diseño, la ingeniería, la selección de emplazamientos, las operaciones de explotación, el control de calidad y la seguridad nuclear.