

# Desarrollo de una infraestructura nuclear: necesidad de datos nucleares

por J.J. Schmidt y A. Lorenz\*

Los datos nucleares son constantes numéricas de la naturaleza que describen el comportamiento nuclear de todos los elementos e isótopos que forman el medio ambiente humano. Son los números indispensables que necesitan los científicos y los ingenieros para resolver los problemas nucleares. Los científicos y los ingenieros que diseñan los reactores de fisión y de fusión nuclear necesitan con gran frecuencia datos en forma de secciones eficaces neutrón-núcleo. Las ciencias nucleares y no nucleares que emplean métodos nucleares (ciencias físicas, geológicas, biológicas y sociales, así como las referentes a la industria y la agricultura) necesitan sobre todo manuales y ficheros computadorizados, amplios y actualizados, de datos sobre la estructura nuclear y la desintegración radiactiva. Todos los investigadores y las industrias del mundo entero que trabajan en la ciencia y la tecnología nucleares necesitan datos nucleares. Por consiguiente, el progreso en esa ciencia y tecnología depende de la disponibilidad de datos nucleares exactos.

La medición, el cálculo y evaluación teóricos y el tratamiento de datos nucleares se denominan en conjunto tecnología de datos nucleares. Esta tecnología es parte de la infraestructura indispensable en cada país que realiza un programa nuclear o lo está preparando.

Dados los elevados costes que entraña la producción de esta información y en vista de que la mayor parte de los países en desarrollo carecen de la necesaria tecnología de tratamiento de datos, el OIEA coopera con los países de sólida reputación nuclear a fin de prestar los servicios de datos nucleares necesarios. Al mismo tiempo, el Organismo ayuda a consolidar la infraestructura nuclear de los países en desarrollo mediante la transferencia sistemática de los conocimientos especiales y la tecnología necesarios para utilizar y tratar eficazmente los datos nucleares.

La Sección de datos Nucleares del Organismo, con la colaboración de redes internacionales de centros de datos nucleares, ha desempeñado un papel primordial en la creación, durante los dos últimos decenios, de un eficaz sistema internacional de compilación, intercambio y difusión de datos nucleares. Actualmente, más de 70 países contribuyen a este intercambio internacional computadorizado de datos al tiempo que se benefician del mismo, intercambio gracias al cual todos los científicos o ingenieros nucleares del mundo pueden disponer, en la forma deseada, de datos nucleares actualizados con la documentación correspondiente, así como de códigos de tratamiento de datos.

\* El Sr. Schmidt es Jefe de la Sección de Datos Nucleares de la División de Investigaciones y Laboratorios del OIEA y el Sr. Lorenz es Jefe Adjunto de dicha Sección.

## Activadas para satisfacer la demanda de datos nucleares

Para satisfacer la demanda de datos nucleares fiables y libremente accesibles, el Organismo estableció en 1964 el programa de datos nucleares en el seno del Departamento de Investigaciones e Isótopos. En cooperación con los programas nacionales de datos nucleares ya establecidos, comenzó implantando el acopio e intercambio sistemáticos de datos nucleares en el mundo y extendió paulatinamente los servicios de difusión a los usuarios de los Estados Miembros.

En el marco de este sistema cooperativo, el OIEA aceptó compartir la tarea de facilitar servicios de datos nucleares con otros tres centros regionales de datos: el Centro de Compilación de Datos sobre Neutrones de la Agencia para la Energía Nuclear (AEN) de la OCDE (Centro que hoy día es parte del Banco de Datos de la AEN), situado en Saclay (Francia), que facilita servicios principalmente a los países desarrollados de Europa Occidental y al Japón; el Centro Nacional de Secciones Eficaces Neutrónicas (hoy día Centro Nacional de Datos Nucleares), situado en el Laboratorio Nacional de Brookhaven (Estados Unidos de América), que facilita servicios a EE.UU. y al Canadá, y el Centro de Datos Nucleares de la Unión Soviética, situado en el Instituto de Física y Energética de Obninsk (Unión Soviética), que facilita servicios a la URSS. La Sección de Datos Nucleares del OIEA presta servicios principalmente a los países en desarrollo de Asia (excepto el Japón) África, América Latina y Europa Oriental (excepto la URSS), así como a Australia y Nueva Zelandia.

En 1967, el Organismo creó el Comité Internacional de Datos Nucleares, órgano asesor permanente encargado de promover la cooperación internacional en todas las fases de las actividades referentes a datos nucleares de utilidad general para los programas de energía nuclear y otras aplicaciones pacíficas de la ciencia y la tecnología nucleares, y encargado también de asesorar al Director General en materia de datos nucleares. Además de sus funciones asesoras, el Comité ha cooperado estrechamente con la Sección de Datos Nucleares en la evaluación de las necesidades de tales datos en todo el mundo, en la coordinación de las mediciones y evaluaciones de dichos datos y en su acopio, intercambio y difusión entre los usuarios.

Desde mediados de los años setenta ha habido cambios que se han traducido en una demanda cada vez mayor de las actividades y servicios de datos nucleares del Organismo, ya que un número creciente de Estados Miembros en desarrollo han empezado a introducir las aplicaciones pacíficas de la ciencia y la tecnología nucleares. Varios Estados Miembros en desarrollo han

comenzado en los últimos años a crear sus propias tecnologías en el campo de la energía nucleoelectrónica y del ciclo del combustible y muchos más han introducido el uso de las técnicas nucleares, las radiaciones nucleares y los isótopos en la ciencia y la industria.

Varios Estados Miembros en desarrollo están interesados en las técnicas nucleares porque ya están explotando centrales nucleares o proyectan introducirlas y necesitan especialistas en tecnología nuclear y gestión del ciclo del combustible para determinar sus respectivas opciones energéticas en el futuro. Otros muchos países están aplicando las técnicas nucleares a la medicina, conservación de alimentos, protección radiológica, exploración geológica, industria y otros múltiples fines de vital importancia. Para poder aprovechar plenamente tales técnicas estos países necesitan muchos especialistas.

A medida que se van perfeccionando técnicamente, es mayor el número de países en desarrollo que amplían sus instalaciones de cómputo, al tiempo que adquieren laboratorios analíticos nucleares equipados con generadores de neutrones, aceleradores nucleares y aparatos de obtención y tratamiento de datos. Mientras que el número de instalaciones nucleares y la cantidad de equipo sofisticado ha aumentado en los países en desarrollo, la mayor parte de ellos carece de personal científico y técnico capacitado para el uso y mantenimiento satisfactorios del equipo.

Como consecuencia de estas novedades, no solo el número, sino también la complejidad de las peticiones de datos nucleares formuladas por los países en desarrollo han aumentado considerablemente en los últimos cinco o diez años. Hoy día, unos 40 Estados Miembros en desarrollo utilizan los servicios de datos nucleares del Organismo y el número de peticiones atendidas por la Sección de Datos Nucleares ha aumentado a un ritmo del 20% anual, por término medio, en los últimos seis años. Solo en 1982, el Organismo recibió más de 700 peticiones de 64 Estados Miembros, 250 de datos nucleares numéricos, 60 de códigos de tratamiento de datos y más de 400 de informes. Durante el mismo período, el número y diversidad de los ficheros de datos nucleares recibidos y mantenidos por la Sección de Datos Nucleares ha seguido aumentando. Actualmente hay más de 50 de estos ficheros\*.

La Sección de Datos Nucleares ha reorientado su programa para atender las nuevas necesidades de los países en desarrollo. El tratamiento interno de datos es objeto de automatización creciente y el control de calidad de los datos difundidos ha mejorado. Para acrecentar sus actividades en el campo de la asistencia y cooperación técnicas, la Sección está ejecutando proyectos cuyo fin es la creación de infraestructuras científicas nucleares autónomas en Estados Miembros en desarrollo. Hoy día, unos dos tercios del personal y presupuesto de la Sección de Datos Nucleares se dedican a transferir datos nucleares y tecnología y conocimientos especiales en materia de datos nucleares a los países en desarrollo.

\* Para más información sobre el volumen de los datos acumulados por la Sección de Datos Nucleares y sobre los campos de aplicación de tales datos, véase el artículo de los Sres. Schmidt y Lorenz, página 65 del *Boletín del OIEA*, Vol. 22 núm. 2 (abril de 1980).

### Transferencia de datos nucleares

La Sección suministra datos nucleares, la documentación correspondiente y códigos de tratamiento de datos nucleares a los científicos de los Estados Miembros en desarrollo que lo solicitan. Los datos numéricos se facilitan en cinta magnética en forma de listas impresas por computadora sacadas de los ficheros de datos. La Sección publica y difunde manuales de datos nucleares, actas de reuniones, artículos panorámicos e informes de investigaciones (bajo los auspicios del Comité Internacional de Datos Nucleares) e índices de datos, tales como el Índice Computadorizado de Datos Neutrónicos\*. Edita un boletín de datos nucleares en el que se anuncian nuevas bibliotecas de datos, y los nuevos documentos y códigos de tratamiento de datos que pueden obtenerse de la Sección de Datos Nucleares. La documentación acerca de los formatos y el contenido de los ficheros de datos nucleares que mantiene la Sección se publica como parte de una colección de informes de referencia.

La Sección puede facilitar orientación detallada sobre la forma de utilizar los datos suministrados, así como los códigos de tratamiento. Los datos se emplean principalmente para los cálculos inherentes al diseño de reactores nucleares, el establecimiento de estrategias nacionales de gestión del combustible nuclear, la planificación, ejecución y análisis de mediciones nucleares, y la producción y aplicación de isótopos y radiaciones.

Los científicos de los países en desarrollo participan activamente en los programas coordinados de investigación de la Sección de Datos Nucleares encaminados a la generación y evaluación de datos nucleares, su tratamiento computadorizado y su intercomparación con otras evaluaciones, así como a la medición y análisis de los datos sobre la sección eficaz en el caso de los neutrones de 14 MeV, necesarios para el desarrollo de la tecnología de los reactores de fisión y de fusión.

### Transferencia de tecnología y conocimientos especializados

La transferencia de tecnología y conocimientos especializados en materia de datos nucleares por medio de la asistencia y cooperación técnicas consiste principalmente en actividades de enseñanza para crear un plantel de técnicos en los Estados Miembros que forme parte de la infraestructura nuclear necesaria.

En el marco del programa de cooperación técnica del Organismo, se inició en 1981 un Proyecto interregional plurianual sobre técnicas e instrumentación para datos nucleares. Su objetivo primordial es capacitar a jóvenes científicos nucleares en universidades, laboratorios de investigación y otros institutos de investigación de los países en desarrollo en los métodos de medición y análisis y en las técnicas e instrumentación utilizadas en materia de datos nucleares. El proyecto aunará los esfuerzos de grupos de investigadores de países en desarrollo y desarrollados, en una tarea común. Brindará a los países en desarrollo la oportunidad de participar en

\* El Índice Computadorizado de Datos Neutrónicos (CINDA) se publica anualmente en forma de un volumen principal y un suplemento.

una labor internacionalmente coordinada y de efectuar mediciones necesarias y útiles, empleando métodos recientes. De esta forma, el proyecto contribuirá significativamente a la formación de científicos nucleares de los países en desarrollo. Los conocimientos especializados que adquieran trabajando en el proyecto podrán aprovecharse ventajosamente en muchos campos de la ciencia y la tecnología nucleares de decisiva importancia para los países en desarrollo. Entre estas aplicaciones figuran las técnicas nucleares en la agricultura, la medicina y la industria, así como la programación explotación y seguridad de reactores nucleares. Durante la fase inicial del proyecto, los expertos fueron en misión a 37 institutos nucleares de 12 países en desarrollo. Se concedieron becas a científicos de Argelia, Bangladesh, Brasil, Chile, Hungría, Pakistán, Polonia y Turquía, que realizaron también visitas científicas en el marco del proyecto. Se suministró equipo auxiliar y materiales especiales (blancos de tritio y láminas isotópicas) a nueve institutos de ocho países en desarrollo para ayudarles en la fase inicial de sus programas de medición.

El empleo de generadores de neutrones fue tema de un curso interregional de capacitación celebrado en Debrecen (Hungría), en junio y julio de 1982. El objetivo de este curso fue impartir a los participantes conocimientos especializados en la medición de datos de neutrones rápidos, utilizando generadores de neutrones suministrados por el OIEA a cierto número de Estados Miembros, para el estudio de las interacciones de los neutrones con los materiales de los reactores, y las aplicaciones tecnológicas de provecho inmediato para sus países. Las lecciones del curso se completaron con ejercicios de laboratorio sobre diversas aplicaciones prácticas de los generadores de neutrones. Asistieron al curso 24 participantes de 23 Estados Miembros en desarrollo.

En septiembre de 1983, se celebrará en la URSS un Curso interregional de capacitación y Viaje de estudios sobre física neutrónica y mediciones de datos nucleares con aceleradores y reactores de investigación, a fin de familiarizar a los participantes con la física neutrónica y las actividades de medición de datos nucleares para neutrones, que actualmente se efectúan con generadores electrostáticos, ciclotrones, aceleradores lineales y reactores de investigación en diversos institutos de la Unión Soviética.

Para 1984, se ha programado celebrar en la Sede del OIEA en Viena otro Curso interregional de capacitación, esta vez sobre la metodología de la evaluación y tratamiento de datos nucleares para su aplicación en reactores. Este curso comprenderá lecciones y ejercicios con computadora sobre métodos de evaluación de datos nucleares y sobre la manipulación y tratamiento de grupos múltiples de datos nucleares evaluados, a fin de efectuar cálculos de neutrónica de reactores. El curso se concebirá como un período intensivo de trabajos dirigidos y prácticas con computadora para un número limitado de físicos nucleares y físicos de reactores de los países en desarrollo.

Hasta ahora se han celebrado tres cursos de capacitación, de cuatro semanas, sobre las aplicaciones de la teoría nuclear al cálculo de datos nucleares para reactores. Estos cursos, organizados conjuntamente con el Centro

Internacional de Física Teórica (CITF\*) de Trieste, tuvieron lugar en 1978, 1980 y 1982. Asistieron a ellos científicos nucleares de países en desarrollo que están ejecutando un programa de ciencia y tecnología nucleares; se estudiaron las novedades recientes en la teoría y modelos de reacciones nucleares de baja energía y su aplicación al cómputo de los datos nucleares necesarios para el diseño y análisis de seguridad del núcleo de reactores. Los cursos comprendieron también una introducción a los códigos de cómputo de modelos nucleares y algunos ejercicios prácticos. Asistieron entre 70 y 90 científicos de 25 a 30 Estados Miembros en desarrollo.

Asimismo, se proyecta celebrar en 1984, en cooperación con el CITF un Cursillo práctico sobre el empleo de códigos de cómputo de modelos nucleares. Este Cursillo permitirá evaluar la utilidad de la transferencia a los países en desarrollo de códigos de cómputo de modelos nucleares, transferencia efectuada como resultado de los tres cursos del CITF antes mencionados. Con una serie de lecciones de introducción, seguidas de extensos ejercicios con computadora, el Cursillo permitirá familiarizar a los participantes con los códigos de cómputo de modelos nucleares que se usan generalmente para calcular las secciones eficaces necesarias en tecnología nuclear. El Cursillo brindará también a los participantes la oportunidad de discutir sus experiencias y problemas en el empleo de códigos de cómputo de modelos nucleares.

\* En la página 57 del *Boletín del OIEA* Vol. 24 N<sup>o</sup> 4 (diciembre de 1982) figuran una lista completa de las actividades del Centro previstas para 1983.

#### Datos nucleares y atómicos que puede facilitar el OIEA.

La Sección de Datos Nucleares del OIEA funciona como un centro internacional de datos y ofrece amplios servicios a todos los Estados Miembros. Una de sus principales actividades es el acopio y difusión sistemáticos de datos nucleares y atómicos. Con este objeto, mantiene colecciones extensas de ficheros computarizados de datos numéricos que se completan y actualizan continuamente. Entre estos ficheros figuran:

Compilaciones de secciones eficaces para neutrones, partículas cargadas y reacciones fotonucleares en el caso de todos nucleidos de importancia para la ciencia y la tecnología nucleares. Las compilaciones incluyen varios millones de datos sobre reacciones neutrónicas experimentalmente determinados, en un intervalo que va desde la energía térmica a la de 20 MeV, y más de 50 bibliotecas particulares de datos evaluados de reacciones neutrónicas y parámetros afines. Entre las aplicaciones para las que se han concebido estas bibliotecas figuran: patrones para mediciones nucleares, cálculos de diseño de reactores de fisión y de fusión, análisis de seguridad radiológica, cálculo del inventario de productos de fisión y de actínidos así como del calor de desintegración, estimación de daños causados por las radiaciones y dosimetría neutrónica.

Compilaciones de parámetros de radionucleidos empleados en las técnicas nucleares y en las aplicaciones de los isótopos y las radiaciones, que comprenden masas nucleares y abundancias isotópicas, estructura nuclear evaluada y parámetros de desintegración para todos los radionucleidos, energías e intensidades de los rayos gamma y períodos de semidesintegración para análisis por activación y secciones eficaces de interacción fotónica para todos los elementos.

Compilaciones de datos atómicos para la tecnología de la fusión y del plasma, que comprenden: datos sobre colisiones atómicas, en particular la ionización por electrones, la excitación y el intercambio de cargas, datos sobre la interacción de los plasmas con las superficies, inclusive procesos tales como la reflexión, captura y pulverización de partículas.