

Capacitación sobre el ciclo del combustible nuclear para los países en desarrollo

Se mejoran los programas gracias a la experiencia adquirida

por J.L. Zhu, A. Nechaev y M. Tauchid

Las necesidades en materia de capacitación para las diversas actividades que se realizan en apoyo del ciclo del combustible nuclear dependen del papel de cada gobierno en relación con su programa nucleoelectrico y de la magnitud de dicho programa. Las actividades de las distintas etapas del ciclo del combustible constituyen una industria en sí mismas; requieren grandes inversiones y largos plazos de preparación. Por lo tanto, la asistencia que presta el OIEA en estos campos se reduce, por lo general, a la introducción y el mejoramiento de la tecnología y los conocimientos requeridos, incluida la creación de la infraestructura básica para iniciar las investigaciones necesarias.

Tipo de capacitación

La capacitación en el campo del ciclo del combustible nuclear que se ofrece por conducto del programa del Organismo tiene por objeto capacitar a científicos o ingenieros en la tecnología moderna de acuerdo con el programa previsto o en ejecución en cada país. El Organismo capacita a los científicos e ingenieros en determinados tipos de actividades del ciclo del combustible nuclear para que sean contrapartes activas y capaces de los contratistas y proveedores extranjeros de instalaciones nucleoelectricas. Se familiariza al personal de dirección principal con una serie de centros e instalaciones para que adquieran conocimientos generales sobre la diversidad de enfoques que adoptan distintas organizaciones o países con objetivos similares, y también para que aprecien la magnitud de cada una de las operaciones y la infraestructura que necesitan.

Esa capacitación se ofrece mediante cursos (interregionales, regionales y nacionales), viajes de estudio, becas individuales en el extranjero, y visitas científicas (individuales o en grupo). Un método de capacitación eficaz es el de enviar especialistas a corto y largo plazo para que ofrezcan capacitación en el empleo en el país en el marco del programa de cooperación técnica del Organismo o mediante proyectos a largo plazo financiados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El Sr. Zhu es Director de la División del Ciclo del Combustible Nuclear del OIEA, y los Sres. Nechaev y Tauchid son funcionarios de esa División.

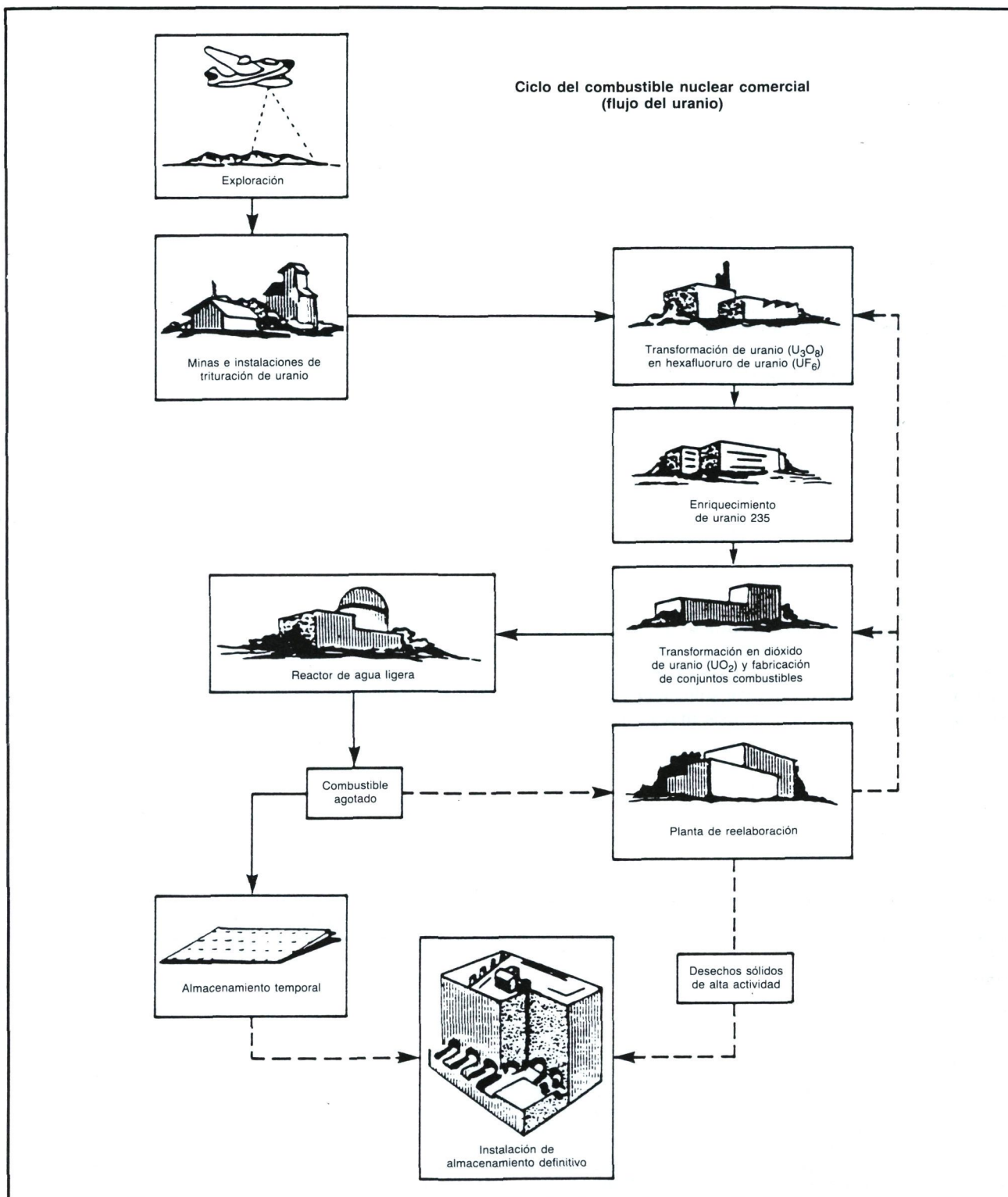
Ciclo del combustible nuclear

La expresión "ciclo del combustible nuclear" se emplea para designar todas las operaciones necesarias para suministrar combustible nuevo a un reactor nuclear o disponer del combustible agotado. Cuando se aplica la estrategia del ciclo del combustible abierto o la de la utilización del combustible en una sola etapa, éste pasa por el reactor una vez; el combustible agotado no se reelabora, y, por tanto, no se reciclan el uranio 235 ni el plutonio 239 producidos que quedan sin utilizar. En esos casos el combustible agotado se almacena, y por último se evacua como desecho. Con el ciclo cerrado, el material fisionable no quemado se recupera en una planta de reelaboración para reciclarlo a un reactor térmico o un reactor rápido. (Véase la figura adjunta.)

La capacitación para apoyar este campo puede ofrecerse en una de las diversas actividades que constituyen el ciclo del combustible, las cuales se dividen en etapa inicial y parte final del ciclo del combustible.

Entre las actividades que componen la etapa inicial del ciclo del combustible figuran la exploración del uranio, para localizar las reservas de mineral de uranio adecuadas; la extracción del mineral de uranio; el tratamiento y la refinación del mineral para producir concentrado de uranio (torta amarilla); la producción de hexafluoruro de uranio; el enriquecimiento isotópico del hexafluoruro de uranio para cumplir las necesidades de enriquecimiento de los reactores; y la fabricación de combustible para los reactores nucleares. La fabricación incluye la transformación del hexafluoruro de uranio en óxido de uranio; la formación de pastillas de óxido de uranio; el encapsulamiento de las pastillas de óxido de uranio en barras de combustible; y el montaje de los elementos combustibles.

Entre las actividades que componen la parte final del ciclo del combustible figuran el almacenamiento temporal o a largo plazo del combustible irradiado; la reelaboración del combustible irradiado con la recuperación de plutonio y uranio para el reciclado; la fabricación de combustible con mezcla de óxido; la gestión de desechos radiactivos, incluidos el tratamiento, el acondicionamiento, el almacenamiento y la evacuación, y las actividades de transporte, vinculadas al traslado de los materiales radiactivos de una a otra operación.



Las tres primeras actividades, y en ocasiones las cinco primeras actividades de la etapa inicial del ciclo del combustible constituyen la industria del uranio. Las otras constituyen normalmente actividades de la industria de la energía nucleoelectrica (empresas eléctricas) del país.

Cursos de capacitación que se han ofrecido en materia de tecnología del ciclo del combustible nuclear

Desde 1969 el Organismo ha organizado 14 cursos interregionales y regionales de capacitación y un viaje de estudio en relación con las diversas esferas del ciclo del

combustible nuclear. (Véase el cuadro adjunto.) Salvo raras excepciones, se admitía un número de participantes excesivo en esos cursos, en particular en la esfera de la exploración del uranio. Los primeros cursos abarcaron las actividades de la etapa inicial del ciclo, en especial la exploración y evaluación del uranio, y el tratamiento del mineral. A medida que las actividades del ciclo del combustible evolucionaban hacia etapas superiores en muchos países en desarrollo, lo mismo sucedía con los cursos del Organismo. Sin embargo, algunas actividades del ciclo del combustible no han recibido una atención adecuada.

Durante los últimos cinco años se ha adoptado un nuevo enfoque. Los cursos nacionales de capacitación se han venido organizando como parte de proyectos de cooperación técnica del Organismo que están en marcha. En la actualidad se han organizado cinco cursos sobre exploración y evaluación del uranio (Indonesia en 1984; Siria en 1985; Turquía en 1986; China en 1987 y Jordania en 1988). Según la materia, el número de conferencistas o expositores invitados varía de uno a seis en cursos de 2 a 4 semanas de duración. Este método es efectivo ya que permite capacitar a más personas al mismo tiempo, sobre todo en momentos en que la ubicación de becarios en el exterior se hace difícil.

Gran parte de la capacitación se llevó a cabo en el marco del programa de becas y visitas científicas del Organismo. El número de personas que solicitan capacitación en el exterior en este campo de actividades oscila entre 50 y 80 anualmente; generalmente más de las dos terceras partes se interesan en las esferas de la exploración del uranio, su extracción y el tratamiento del mineral. Una de las principales dificultades para la ejecución de este programa es el reducido número de organizaciones dispuestas a acoger el creciente número de candidatos. Este problema se está volviendo crítico en la esfera del uranio, ya que en los últimos años la exploración y el desarrollo se han reducido drásticamente en países que por tradición eran activos en esta esfera. Es indispensable que la organización solicitante seleccione las prioridades mediante un análisis más riguroso.

Programa futuro

Una de las medidas que mejor permite juzgar las necesidades de capacitación de los Estados Miembros en desarrollo del Organismo es el estudio del número de be-

cas y solicitantes de visitas científicas, así como el tipo de nuevas solicitudes de proyectos de cooperación técnica. (*Véanse los gráficos adjuntos.*) La mayoría de estas solicitudes y peticiones están relacionadas con la exploración del uranio, la geología, la extracción y el tratamiento del mineral, lo que indica que un gran número de Estados Miembros se mantienen activos en esas esferas. El número relativamente amplio de proyectos de cooperación técnica en ejecución en esas mismas esferas confirma esta conclusión. Por tanto, los cursos dedicados a esas actividades están justificados. El número excesivo de participantes en los cursos de capacitación anteriores también indica la gran demanda de cursos de ese tipo.

Al analizar los cursos anteriores, se observa que la mayoría versó sobre un tema bastante amplio. (*Véanse los cuadros adjuntos.*) En casi todos se ha puesto de relieve la tecnología en detrimento de la planificación y la gestión. Más notable aún es la carencia de cursos sobre algunas de las actividades de la cadena del ciclo del combustible nuclear, como la extracción de uranio y la fabricación de combustible. Esto indica que en los cursos futuros se debe desviar el interés hacia una esfera de capacitación más especializada. Cada una de las actividades del ciclo del combustible nuclear tiene sus justificaciones técnicas y económicas, sus requisitos previos y sus compromisos financieros (usualmente sustanciales). Es por eso que la organización de cursos o seminarios sobre esas materias para los planificadores y el personal encargado de adoptar decisiones merecen alta prioridad. Igualmente importantes son los cursos que abarcan las esferas del ciclo del combustible desatendidas que se mencionaron anteriormente, en particular, la fabricación de combustible. El Organismo ha prestado

Cursos de capacitación sobre el ciclo del combustible nuclear

Año	Región	País huésped	Descripción
Sobre el ciclo del combustible nuclear en general			
1980	interregional	Francia	Gestión del ciclo del combustible nuclear (en francés)
1981	interregional	Francia	Gestión del ciclo del combustible nuclear (en francés)
Sobre la etapa inicial del ciclo del combustible			
1969	América Latina	Argentina	Exploración y evaluación del uranio (en español)
1970	Interregional	España	Análisis del mineral de uranio (en inglés)
1974	Asia	India	Exploración y evaluación del uranio (en inglés)
1975	Interregional	Austria	Prospección geoquímica del uranio (en inglés)
1977	Interregional	Yugoslavia	Prospección geoquímica del uranio (en inglés)
1978	Interregional	EE.UU.	Exploración y evaluación del uranio (en inglés)
1981	América Latina	Bolivia	Métodos de exploración del uranio (en español)
1981	Interregional	Yugoslavia	Elaboración del uranio (en inglés)
1982	Interregional	Madagascar	Métodos de exploración del uranio (en francés)
1982	Interregional	España	Análisis del uranio (en español)
1983	Interregional	Yugoslavia	Evaluación de los depósitos de uranio (en inglés)
1983	Interregional	España	Elaboración del mineral de uranio (en español)
1984	Interregional	Francia	Elaboración del uranio, desde la extracción hasta la fabricación de combustible (en francés)
1985	Interregional	Brasil	Perforación de exploración y estimación de las reservas de mineral (en inglés)
Sobre la parte final del ciclo del combustible			
1986	Interregional	R.U., Suecia, Checoslovaquia, R.F. de Alemania, Francia	Viaje de estudio sobre la gestión del combustible agotado (en inglés)

apoyo a 10 proyectos de cooperación técnica en esta esfera.

Hasta la fecha tampoco se ha prestado suficiente atención a la capacitación en la esfera de la gestión del combustible agotado (principalmente al almacenamiento de barras de combustible irradiado) proveniente de reactores de potencia y reactores de investigación. Está previsto celebrar un seminario sobre este tema en 1990; se necesita una capacitación más frecuente en esta esfera.

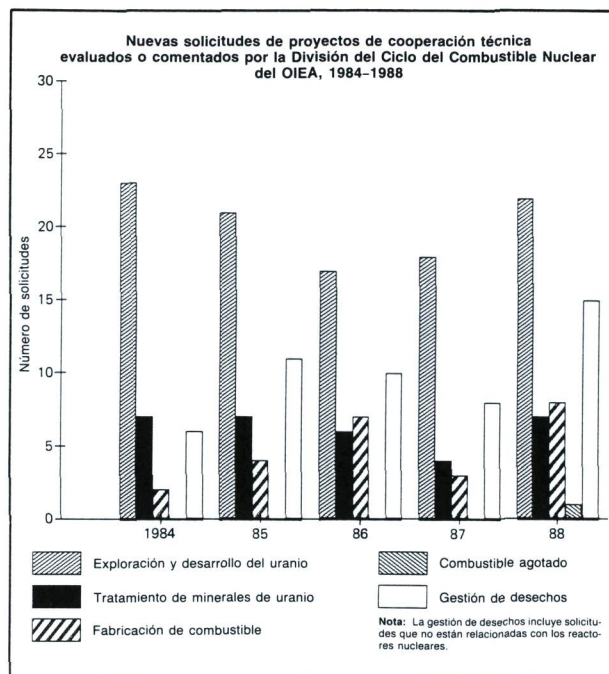
En los últimos años se ha pedido al Organismo información y asistencia con miras a la evaluación, el tratamiento, las consecuencias para el medio ambiente y los aspectos económicos de las colas de estano que contienen minerales con diversas concentraciones de torio, uranio y tierras raras. Existe mucha información errónea al respecto. Como este problema está limitado fundamentalmente a los países productores de estano del Asia sudoriental y oriental, convendría celebrar un seminario regional sobre estos temas. De igual manera, la recuperación de uranio a partir del ácido fosfórico interesa a un número reducido de países del norte de África y el Oriente Medio. La celebración de seminarios regionales sobre este tema sería beneficiosa para la región.

El OIEA ha creado o identificado programas computadorizados para utilizarlos en bases de datos de los recursos geológicos y minerales, el proceso de datos de estudios geoquímicos, y la estimación de las reservas de minerales. Se ha previsto también organizar cursos sobre la utilización de estos programas.

Necesidad de educación y capacitación

El combustible nuclear es una de las bases fundamentales de la generación de electricidad y una fuente de ventajas y posibles desventajas de la energía nucleoelectrica. El conocimiento de las principales propiedades de los materiales nucleares (fisionables), del combustible de los reactores, de los principios fundamentales de la fisión, la generación de calor "nuclear" y la emisión de radiaciones es indispensable para aquellos que participan en el diseño, construcción, explotación, economía y concesión de licencias, o en cualesquiera otras actividades relacionadas con la producción de la electricidad por medios nucleares. También conviene que el público posea estos conocimientos, en particular en aquellos países que tienen energía nucleoelectrica o proyectan desarrollarla. La difusión de información actualizada sobre materiales nucleares y combustible de los reactores no se circunscribe a los que tienen intereses profesionales estrechos. Se podría crear una "cultura nuclear" que sería, a su vez, le mejor garantía de la correcta utilización de la energía nuclear con fines pacíficos en condiciones de seguridad.

El mandato del OIEA de "acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero" no significa que el Organismo sea un medio para imponer programas nucleoelectricos a los Estados Miembros. El OIEA procura facilitar la creación de condiciones que puedan garantizar el desarrollo económico y seguro de la ciencia y la tecnología nucleares en los países que decidan hacerlo. La primera y más importante condición para la introducción y evolución de la energía nucleoelectrica (o de las aplicaciones nucleares) en condiciones de seguridad



es que exista un elevado nivel de educación "nuclear" y cualificación profesional que no se limite a determinados individuos. Esta condición indispensable ayuda a evitar errores peligrosos y accidentes impredecibles y garantiza la seguridad del país y del mundo. Elevar la "cultura nuclear" de los países en desarrollo es un problema fundamental para la comunidad mundial. El sistema de cooperación técnica del OIEA es uno de los mejores mecanismos que existen para combatir este problema. La capacitación es una de las partes más importantes y provechosas de esta actividad, y exige atención y mejoramiento constantes.

