

INCIDENCIA DE UN PROGRAMA DE FORMACION DE PERSONAL EN EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA NUCLEAR

Ricardo GUTIERREZ BERNAL

INTRODUCCION

Es bien sabido que la tecnología, en su aspecto más amplio, constituye la base fundamental para el desarrollo de un país, tanto en sus aspectos sociales, económicos, como de dependencia industrial y es, junto con los recursos humanos, capaz de generar bienes y servicios para un posterior y continuado desarrollo industrial, con la condición indispensable de que exista una buena planificación con objetivos claros y definidos a corto, medio y largo plazo. La tecnología puede entenderse como un recurso social cuya base y asentamiento es la capacidad científica, sin la cual no será posible obtener la aplicación sistemática y organizada de los conocimientos proporcionados por la ciencia, entendiendo como tales no solamente los derivados de la investigación denominada pura, sino también aquellos que se apoyan en la investigación para obtener aplicaciones positivas en productos industriales.

Resulta evidente, por tanto, establecer una política científica y técnica de acuerdo con las aspiraciones industriales del país, y esta política deberá estar regulada de tal forma que exista capacidad de revisiones y de respuestas coherentes ante cualquier reto tecnológico que se presente, especialmente en los periodos de medio y largo plazo. En pocas palabras, la política debe ser realista y de pronta adecuación a los tiempos, intentando que la misma se adapte lo mejor posible a los recursos propios del país, tanto en lo relativo a los recursos disponibles, a las estructuras económicas y sociales, así como a los niveles de formación del personal. La experiencia ha demostrado que las condiciones críticas para iniciar con éxito un programa de desarrollo industrial dependen en alto grado del nivel tecnológico y de la calidad y número de los profesionales del país. Y esto es totalmente aplicable al caso del desarrollo de la tecnología en el campo de la energía nuclear. Por esta razón se considera que la introducción de la mencionada tecnología debe estar precedida de una evaluación, lo más completa y fiable posible, de la infraestructura industrial y de formación de personal, y por ello, y ajustándose al tema del trabajo, se considera totalmente imprescindible establecer un programa nacional de educación y entrenamiento en el campo de la ciencia y de la tecnología nuclear, al objeto de disponer del suficiente personal cualificado para el programa previsto. No se puede olvidar que también se precisa una motiva-

ción de la opinión pública que proporcione una mentalidad favorable para el desarrollo que se pretende alcanzar, y esta motivación se puede conseguir a través de una bien planificada información que comprenda los objetivos, los sacrificios y los beneficios que se espera se van a alcanzar.

FORMACION DE PERSONAL

Los problemas que, en general, pueden encontrarse los países en vías de desarrollo, e incluso los ya industrializados, en relación con la formación de personal en el campo de la energía nuclear, están relacionados con los recursos y capacidades técnicas de sus universidades y centros de formación; con los niveles de conocimientos exigidos por la industria nuclear; con la formación y puesta al día en conocimientos de los profesores para que sean capaces de adaptarse a la nueva tecnología y con la indudable necesidad de cooperación entre las diversas universidades, industria y gobierno al objeto de racionalizar las necesidades de formación de personal al programa nuclear del país.

Uno de los problemas más comunes con que se encuentran numerosos países es la incapacidad material de poder dotar a sus programas nacionales de educación de la suficiente componente práctica o experimental. Bien es verdad que esto puede subsanarse a través de la denominada formación del personal durante el trabajo (on-the-job-training), pero resulta muy de desear que esta formación se inicie durante el período educacional en la universidad, formando parte del período integral de formación. Y esto es esencial tanto para los estudiantes como para el profesorado, ya que es el inicio de una cooperación entre ambos conjuntos que parte de un equipo de trabajo. Por tanto, puede afirmarse que todo sistema de educación en los diversos campos de la ingeniería y ciencias debe estar soportado por un programa de trabajos prácticos de acuerdo con la política científica y técnica del país. Si la propia universidad no está capacitada técnicamente para llevar a cabo tal misión, será necesario realizar acuerdos con otras universidades, centros de formación existentes, institutos de investigación o industrias apropiadas para completar el mencionado programa. Además de los conocimientos y experiencia práctica adquiridos en el campo de la ingeniería nuclear, a través fundamentalmente de las universidades, el técnico nuclear



Ricardo GUTIERREZ BERNAL es Licenciado y Dr. en Ciencias Físicas. En la actualidad es Jefe de Sección de Formación en Tecnología Nuclear del Instituto de Estudios Nucleares en la Junta de Energía Nuclear.

(1956-1963). Profesionalmente ha trabajado en la División Física -Experiencias en Física de Neutrones-. Ha sido (1963-1974) Jefe del Grupo de Operación del reactor rápido experimental CORAL-I y (1974-1979) Jefe de la Inspección de CC.NN. en explotación.

En la actualidad dirige también el Curso de Ingeniería Nuclear de la JEN.

debe recibir conocimientos en otras áreas, tales como dirección de proyecto, planes energéticos, economía, administración, etc., y algunos de estos temas pueden ser impartidos por organizaciones gubernamentales.

Se insiste en que la infraestructura fundamental la debe ofrecer la universidad y también, aunque en menor proporción, los centros de formación e investigación en materia nuclear, la propia industria y organizaciones del gobierno. Muchos países han iniciado un programa nuclear a partir de un buen programa de formación de personal en áreas convencionales de la ingeniería y de la ciencia, con lo que les ha sido más factible la asimilación de la nueva tecnología nuclear. El ideal sería partir de universidades con un cuadro de profesores bien preparado para que puedan adaptarse mejor y más rápidamente a las nuevas técnicas, con lo que se conseguiría una mayor eficiencia y rapidez en la transferencia de tecnología. Es importante conseguir una intensa y continua cooperación entre las diversas organizaciones del país para lograr una utilización efectiva de todos los recursos nacionales, incluyendo los profesionales de la industria y de los centros de formación, y todo ello aglutinado en los programas de formación de las universidades. En la práctica hay, y sería deseable existiera en mayor grado, un flujo entre las universidades y otras instituciones, y como ejemplo se puede citar el caso en que la industria suministra profesores y equipos a la universidad, y ésta se acerca con sus técnicos e investigadores a aquélla para la resolución de problemas concretos.

Los centros de formación en materia nuclear, bien perteneciendo a las comisiones atómicas nacionales o a entidades privadas, juegan un importante papel en el desarrollo de la tecnología nuclear de un país. Muchos países, ya desarrollados o en vías de desarrollo, consideran útil esta faceta de la educación, ya que pueden impartir a través de dichos centros cursos de especialización orientados directamente hacia un programa nuclear, complementando de esta forma la educación básica recibida en las universidades. Para que esto sea efectivo se precisa una continuada y bien programada cooperación entre la universidad y los mencionados centros de formación, y éstos deben programar sus cursos con un carácter eminentemente práctico. Los centros de formación deben comenzar sus funciones desde el momento en que, dentro del programa nuclear establecido por el Gobierno, comience la construcción de la primera central nuclear y continuar sus misiones durante las fases de construcción, puesta en marcha y explotación. Si el programa nuclear del país es ambicioso, resultará ventajoso disponer de sus propios centros de formación, mientras que puede no ser factible o deseable para países con un programa nuclear modesto, y para éstos es aconseja-

ble enviar a sus técnicos a otros centros extranjeros para completar su formación.

Los cursos de especialización, generalmente impartidos por institutos de tecnología avanzada, pueden también representar una ayuda importante en la educación tecnológica de un país, ya que pueden considerarse como los focos de irradiación de nuevos y actuales conocimientos, tanto teóricos como prácticos. Estos cursos de especialización no deben anular a los generalmente impartidos en las universidades, sino que deben completar los conocimientos para los ya graduados universitarios, y por eso deben orientarse en su programación hacia temas específicos que pueden salirse de las misiones de la universidad, pero ésta debe participar en los mismos, tanto en su programación como en el profesorado, ya que ello serviría como un estímulo para ampliar sus programas de educación, adaptándose gradualmente a las nuevas tecnologías. Es esencial que el profesorado de estos cursos tenga los mejores conocimientos tanto teóricos como prácticos en las respectivas materias, y en ocasiones será necesario enviar a los futuros profesores a formarse en centros extranjeros de especialización o solicitarlos de estos centros. Es importante que los programas de estos cursos se vayan asimilando por las universidades tan pronto éstas dispongan de los necesarios medios humanos y técnicos. No obstante, siempre habrá áreas de gran especialización que deberán ser impartidas por los correspondientes institutos de tecnología avanzada.

La continuidad de la formación de personal es otra de las misiones importantes a considerar dentro del contexto general de la educación. Una formación continuada y rigurosa del profesorado es imprescindible y esta faceta debe formar parte del programa integral educativo. Y como ya se ha indicado anteriormente, y si se insiste es debido a la importancia que se estima, la cooperación entre la universidad, la industria, centros de formación e investigación y otras organizaciones es fundamental. Y aquí entran en juego también las sociedades profesionales de carácter científico y técnico, las cuales pueden ofrecer sus experiencias al servicio de la continuidad y no degradación de la formación del personal. Estas sociedades profesionales pueden también ayudar a establecer unos requisitos mínimos para los programas de formación del personal, incluyendo los niveles mínimos de conocimientos, facilitando su experiencia, información técnica actualizada, equipos y promoviendo jornadas o reuniones técnicas y científicas.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el de la cooperación técnica y científica entre los países. Esta cooperación bien puede plantearse a nivel entre dos o más países, o bien a través de organizaciones internacionales que pueden ofrecer servicios de formación a dis-

tingtos niveles; un ejemplo puede ser el Organismo Internacional de Energía Atómica con sede en Viena. Se estima que esta cooperación puede realizarse con mayor éxito si la misma se establece entre un país desarrollado industrialmente que ya dispone de tecnología nuclear asimilada y otro país también desarrollado en el campo de la industria convencional, pero que está en la fase de planificación de un programa nuclear. Las posibles áreas de esta cooperación podrían ser las siguientes: estructuración de un programa de educación en tecnología nuclear, cursos de especialización en áreas que se requieran, uso de centros de formación y de material didáctico e intercambio de personal tanto a nivel de profesorado como de estudiantes. Aunque pueden presentarse dificultades en dicho programa de cooperación hay ventajas que aconsejan realizar un esfuerzo para llevarlo a la práctica con éxito, y estas ventajas pueden ser la posibilidad de limitar los costes económicos y la capacidad de aprender las técnicas nucleares en un país que las dispone y de las que tiene experiencia. Un aspecto muy importante a tener en cuenta en la cooperación con otro país es escogerlo de forma que su tecnología sea la misma que la que se pretende aplicar en el propio país, de acuerdo con el plan energético trazado por el Gobierno.

Por último conviene hacer hincapié en que ciertas actividades relacionadas con un programa nuclear son de responsabilidad gubernamental y que deben realizarse con los recursos humanos nacionales. Así, la planificación general, la coordinación y control del programa nuclear, la participación nacional en este programa, así como el desarrollo general de la formación del personal, se consideran son responsabilidad del Gobierno a través de las diversas organizaciones gubernamentales. El gobierno puede delegar a otras organizaciones específicas bajo su control algunas de las funciones, pero debe mantenerse la responsabilidad final de definir la política y la estrategia a seguir, así como la toma de decisiones finales. En materia de formación de personal, las medidas que el gobierno debe asumir se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Establecimiento de unas normas para desarrollar los programas académicos, así como establecer los niveles adecuados para los estudios de ingeniería y de ciencias.
- Perfeccionamiento, a través de las normas establecidas, de la calidad de los cursos tanto a nivel teórico como experimental, calidad de los profesores e investigadores y, en general, establecer unas normas de seguimiento de la calidad de la enseñanza. Esto podrá conseguirse a través de relaciones entre el gobierno y la industria, incrementando y favoreciendo la creación de asociaciones, centros de formación, contratos de investigación,

etcétera. El personal dedicado a la enseñanza y a la investigación debe disponer de unas condiciones mínimas para que su permanencia en sus misiones sean duraderas y eficaces.

- Mejorar la calidad de los estudiantes a través de las apropiadas pruebas e incentivos.
- Reforzar e incrementar la participación de la industria en los programas prácticos y experimentales de la educación en general. Esto se puede alcanzar a través de una apropiada legislación, incentivos y contratos.
- Incrementando la cooperación técnica con otros países y organismos internacionales.

Como puede observarse a lo largo de esta pequeña exposición, son la planificación, la organización y la cooperación los temas fundamentales para sistematizar y ordenar la capacidad humana, junto con la motivación y capacitación del personal.

CONCLUSIONES

El paciente lector de este pequeño trabajo sacará de inmediato la conclusión de que el título del mismo no es el

correcto. El autor también tiene sus dudas al respecto. Y es que no es posible deslindar con precisión si lo que incide es el programa de formación en el desarrollo de la tecnología o si es ésta la que incide sobre aquel. De cualquier forma, lo cierto es que entre ambos conceptos existe una relación tan estrecha que difícilmente son separables, existiendo entre ambos una relación biunívoca. Lo que sí se considera importante es extraer unas conclusiones generales que puedan resumirse como sigue, en lo relativo a la formación de personal:

- Necesidad de una política científica y técnica a nivel general y en particular para un desarrollo nuclear.
- Dicha política debe poder adecuarse con prontitud ante cualquier reto tecnológico que surja.
- La introducción en el campo de la tecnología nuclear obliga a un estudio serio de las infraestructuras de personal e industrial.
- La universidad debe ser el centro que aglutine todas las disciplinas relacionadas con la tecnología nuclear. Si esto no es posible se deberá hacer un esfuerzo con el fin de lograrlo gradualmente.

- Los estudios en materia de ingeniería nuclear deben tener una fuerte componente práctica y experimental.
- Los centros de formación e institutos de tecnología avanzada pueden y deben cubrir una parte importante de la formación de personal.
- Los cursos de especialización pueden considerarse como focos de irradiación de nuevos y actuales conocimientos.
- La continuidad de la formación de personal es una de las misiones más importantes a considerar dentro del contexto general de la educación.
- Las sociedades profesionales pueden jugar un papel muy importante en la formación y puesta a punto del personal.
- La cooperación a nivel internacional puede ser un buen instrumento en la formación de personal, especialmente si se escoge con buen criterio el país emisor de conocimientos.
- El Gobierno debe responsabilizarse de la planificación general del programa nuclear, de la coordinación y control del mismo, de la posible participación nacional y, como consecuencia, del desarrollo general de la formación de personal.

Viene de la página 27

- Trabajo compartido (por ejemplo, de proyecto) en el país comprador o en el vendedor.
- Fabricaciones mixtas.
- Transferencia y entrenamiento relativos a métodos, procedimientos, programas de ordenador, procesos físicos, licenciamiento, etc.

Ciertamente que las exigencias de transferencia tecnológica complican un poco cualquier proyecto con respecto a lo que sería para un cliente español, como por ejemplo, expatriación de personas, quizá reducción en la productividad al compartir tareas con otros, problemas de idioma, de incorporación de normas o prácticas del país comprador, etc.

A pesar de ello, y más aún, precisamente por ello, si un proyecto nuclear para otro país debe incluir transferencia de tecnología, este concepto no debe corresponder a un paquete separado de actividades. La transferencia de tecnología es el propio proyecto adecuadamente realizado con una participación progresiva del país comprador y con una óptima utilización de sus capacidades.

A la hora de profundizar en el área de transferencia tecnológica nuclear no puede dejar de citarse la actuación en ese campo del OIEA que, además de realizar directamente (cursillos, expertos, etc.) una tarea en ese área, ayuda a los países en desarrollo a establecer sus prioridades y, en cierta forma, a definir

lo que deben buscar y exigir en cuanto a recepción de tecnología nuclear.

Las conferencias ICONTT, cuya próxima edición será en Madrid en 1985, representaron otro esfuerzo de indudable importancia en este campo.

COMO NO

Todas las variantes propuestas para establecer un proceso de transferencia tecnológica pueden cumplir su objetivo si se ejecutan con eficacia. El principal obstáculo para el éxito ha sido, en varios países que no hay por qué citar, el exagerado control del ritmo y alcance de esa transferencia tecnológica por parte del país (o entidad) vendedor, con muy reducido protagonismo del comprador: se han visto así infrautilizadas capacidades de diseño, fabricación, etc., que hubieran sido una excelente base de partida en favor de servicios o suministros desde el país vendedor.

El problema es a veces que, ante un programa muy anunciado de transferencia tecnológica que realmente no haya sido eficaz, ni el vendedor ni las entidades oficiales del país comprador tienen tendencia a reconocerlo. Son las firmas industriales del país comprador las que van a experimentar una menor participación hoy y un menor desarrollo mañana; en algunos países se ha oído el clamor de esas firmas.

También el *cómo* no debe completarse ante la importación de tecnología nuclear en España.

El panorama hoy es muy distinto al de hace quince años. Con una participación casi total en la ingeniería y en gran parte de los suministros en los últimos proyectos, esa transferencia de tecnología nuclear desde el exterior a las firmas españolas debe estar limitada a situaciones puntuales que superan nítidamente la capacidad nacional existente; más todavía, debe tener lugar sólo a través y bajo el control de firmas españolas del subsector correspondiente (Por supuesto, salvo excepciones cuya justificación pueda documentarse) Hechos recientes demuestran que todavía hay en el país entidades (y personas en ellas) que, inexplicablemente, parecen pensar de otra forma.

POSTDATA

El apartado anterior se refiere a *cómo* no se debe realizar la transferencia de tecnología nuclear. Pero también hay que decir *cómo* no se puede.

Y la forma más eficaz de *no poder* es la pérdida del nivel tecnológico nuclear actual en España y de su imagen exterior (precisamente ante países potencialmente destinatarios de la transferencia tecnológica), debida al frenazo, espere-mos que pronto corregido, del programa nuclear español.