



Lucila IZQUIERDO ROCHA es licenciada en Ciencias Químicas y diplomada en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Estudios de la Energía. Ha sido becaria de la Fundación March y premio nacional Fin de Carrera de Ciencias Químicas, con estancias de ampliación de estudios en el CEA francés.

Ha desempeñado diversos cargos, como experta de la División de Ingeniería de la JEN, de 1967 a 1969; secretaria del Instituto de Estudios Nucleares, desde 1969 a 1981, y subdirectora del Instituto de Estudios Nucleares, desde 1981 a 1987.

En la actualidad es directora del Instituto de Estudios de la Energía del CIEMAT, cargo que ocupa desde febrero de 1987.

LAS ACTIVIDADES DE FORMACION EN EL DESARROLLO DEL PROGRAMA NUCLEAR ESPAÑOL

L. IZQUIERDO ROCHA

UNA PANORAMICA GENERAL

La experiencia ha puesto ampliamente de manifiesto que una de las condiciones críticas para el correcto desarrollo de un programa nuclear es la disponibilidad de personal técnico bien formado y perfecta y continuamente adiestrado. Y esto no solamente en los inicios del programa, cuando se hacen los mayores esfuerzos para asimilar la tecnología y poner en marcha los proyectos, sino durante todo su período de vida, varias décadas previsiblemente en las que las necesidades, situaciones y condiciones generales van progresivamente modificándose, a veces de forma casi vertiginosa.

Todo proyecto nuclear, que debe planearse teniendo en cuenta esta situación, obliga a establecer una política nacional de formación con perspectiva de largo plazo, sólidamente afianzada en los sistemas educativos vigentes, con flexibilidad para adaptarse a la evolución de la tecnología y con la menor dependencia posible de los aspectos comerciales o de negocio.

Aun cuando hoy ya somos todos conscientes, tras los accidentes ocurridos en centrales nucleares, de que la seguridad de éstas y subsiguientemente el propio futuro de la energía nuclear está fundamentalmente asentado en la "educación" de los operadores —"educación" en su sentido más amplio: conocimientos técnicos correctos, entrenamiento constantemente actualizado, capacidad de diagnóstico y predicción de acontecimientos y, muy especialmente, capacidad para tomar decisiones técnicamente puras sin influencias de actitudes o presiones personales, sociales o económicas—, la formación no debe atender exclusivamente a este colectivo (al que por otra parte se han dedicado los mayores esfuerzos en todos los países); existen otros grupos de profesionales sobre los que no sue-

le hacerse un esfuerzo equivalente y cuya influencia en el desarrollo seguro de un programa nuclear es de igual importancia: los técnicos de diseño y construcción, los de mantenimiento, los profesionales de la administración de la seguridad y de los servicios de inspección, control y garantía de calidad, los expertos en evaluación y prevención de riesgos, los encargados de la protección radiológica y de vigilancia y control del medio ambiente, los ocupados en la gestión de los residuos radiactivos, los propios profesionales de la formación y el entrenamiento, los investigadores y también, y no menos importantes, los directivos y los expertos en información y comunicación social.

Todos estos colectivos deben ser tenidos en cuenta en la elaboración de un programa de formación acorde con las aspiraciones del país, aunque, como ha sucedido también en otras ramas de la ciencia o la tecnología, un programa así no ha sido establecido frecuentemente, incluso en los países más desarrollados, al menos de una forma planificada a medio y largo plazo; y España no ha sido diferente.

Las recomendaciones de organismos internacionales para un país que desea comenzar la puesta en marcha de un programa nuclear empiezan por aconsejar una evaluación completa y fiable de su infraestructura industrial y educativa, y la planificación de una política formativa capaz de asimilar la mejor tecnología y de adaptarse a la evolución del sector nuclear.

Los primeros problemas que surgen están relacionados, en general, con los recursos y capacidades técnicas de los centros de formación, con los niveles de conocimientos exigidos por la industria nuclear y con la indudable necesidad de cooperación entre las universidades, la industria y la administración al objeto de optimizar los recursos nacionales.

Otros problemas vienen asociados al momento en que aparecen las necesidades, en muchas ocasiones con excesiva urgencia. A medida que el programa nuclear evoluciona, salen al primer plano situaciones que en los comienzos no ocuparon los lugares de mayor atención; superadas las etapas de diseño y construcción, licenciamiento y puesta en marcha y comenzada la operación normal, aparecen los problemas de mantenimiento, de inspección en servicio, de materiales, etc., e incluso los asociados al cierre o clausura de las instalaciones, todos ellos previstos desde el principio pero que suelen esperar turno ante necesidades que requieren atención más urgente.

Con la perspectiva que proporcionan ahora los veinticinco años transcurridos desde que se planteara el programa de formación de la plantilla inicial de la primera central nuclear española, se iniciaran los cursos de Ingeniería Nuclear en la JEN, se creara el Instituto de Estudios Nucleares, se definieran las actividades de formación de TECNATOM y las universidades comenzaran a introducir en sus currícula las disciplinas de la Física Nuclear, se aprecia la gran inquietud y el enorme interés prestado por todo el sector español a la formación de unos cuadros de profesionales que permitieran asimilar las complejas características de la tecnología nuclear y dotar al país de una infraestructura capaz de acometer con éxito los sucesivos proyectos de centrales nucleares con una participación creciente de recursos propios y un nivel de seguridad que no implicase riesgos no aceptables por la sociedad.

Con este objetivo, cada sector de actividad, propietarios, ingenierías, fabricantes y otras empresas de servicios, bien por sí mismas o en colaboración con instituciones diversas, han desarrollado planes y programas de formación para sus técnicos, no siempre mantenidos con el mismo espíritu e interés con el que fueran iniciados.

Como ha sucedido también en otros países, han sido los equipos de operación de centrales quienes han recibido la formación mejor planificada, para la que se han establecido normas y procedimientos escritos, se ha seguido un riguroso control por parte de los organismos reguladores, se han previsto necesidades a medio y largo plazo y se han realizado importantes inversiones en equipos de simulación y entrenamiento.

Cuando en 1982 se celebró en Madrid la Conferencia Internacional sobre Entrenamiento de Operadores de Instalaciones Nucleares, era consenso general que la formación de estos profesionales adolecía en muchos casos de una falta de conocimiento suficiente de los principios de operación de la planta y de los fenómenos involucrados en

ella, en particular de los sistemas de regulación que rigen la operación de todo el conjunto. Mucho esfuerzo se ha hecho desde aquella fecha para corregir esta diferencia y tanto las empresas propietarias como las dedicadas al entrenamiento de los operadores han sido conscientes de ello, tal vez impulsadas en buena medida por el esfuerzo del órgano regulador, empeñado en profundizar en conocimientos básicos que crearan capacidad de reflexión, más que en la adquisición de reflejos o en la confianza ciega en unos manuales de operación mejor o peor redactados.

Creo necesario reconocer que en este aspecto España ocupa un papel relevante y está capacitada para extender su experiencia en adiestramiento a otros países de desarrollo similar.

Sin embargo, creo que en otros aspectos la capacidad tecnológica adquirida no lo ha sido de una forma bien planificada y ha dado lugar a esfuerzos en formación muchas veces inútiles, no siempre consolidados y con grave riesgo de ser perdidos. Otros grupos no han recibido un tratamiento similar al de los operadores, las ingenierías parecen haber confiado más en la formación en el trabajo como sistema de asimilación de tecnología que en el seguimiento de unos programas formativos preparados *ad hoc*. Es cierto que han aprovechado las oportunidades que dentro o fuera del país se les han ido ofreciendo, pero no han sido norma general las actuaciones bien planificadas, al menos después de los primeros años de arranque de las actividades en el sector nuclear. Es cierto que la formación en el trabajo es un buen mecanismo para la adquisición de tecnología, especialmente de métodos y herramientas de cálculo, pero conlleva el riesgo de crear lagunas importantes en el conocimiento de los fundamentos en que se basan estas herramientas y por consiguiente en su aplicación correcta. Es bastante frecuente que el suministrador de la tecnología carezca de las condiciones y experiencia necesarias para formar a los demás, en cuyo caso el receptor se convierte en un banco de pruebas de planes ideales con la consiguiente pérdida de tiempo y eficacia. Las ingenierías españolas tienen ahora suficiente experiencia no sólo en la tecnología que han ido adquiriendo, sino en la forma en que ésta debe ser adquirida, experiencia ganada a través de las propias dificultades y éxitos. Es frecuente leer opiniones sobre cómo debe hacerse la adquisición de tecnología y sobre los riesgos asociados a la falta de planificación, en las que se refleja la experiencia de situaciones vividas.

Tampoco ha sido infrecuente la necesidad de contratar posgraduados con una preparación muy ligera y darles,

de forma excesivamente rápida, el baño de especialización requerido para atender una situación que se presenta como urgente y que, aunque prevista desde hacía tiempo, no había sido suficientemente preparada, y ello no tanto en cuanto a la disponibilidad de los conocimientos y la experiencia para resolverla como en cuanto al número mínimo de personas necesario para llevarla a cabo. Cada vez son más frecuentes los momentos en que se siente cierta angustia porque se sabe cómo debe hacerse una cosa pero no se dispone de los técnicos suficientes para realizarla con cierta tranquilidad. Aunque tal vez estos problemas estén más asociados a una política de personal que de formación, a pesar de ello puede afirmarse que el programa nuclear español ha dispuesto, durante gran parte de su desarrollo, de una capacidad de formación muy adecuada a sus necesidades y de profesionales bien preparados en la mayoría de los campos.

LOS PROTAGONISTAS

LA UNIVERSIDAD

La infraestructura básica de educación y entrenamiento consiste principalmente en las Universidades y también, y en buena medida, en los centros de entrenamiento, los centros de investigación, la industria y los organismos de la administración.

Muchos países han encontrado que la manera más eficaz para proporcionar una educación en ciencias e ingeniería para un programa nuclear ha sido proporcionar conocimientos y experiencia práctica de alto nivel en las áreas convencionales y sumar a ella cursos de especialización en temas nucleares. El principal objetivo de las universidades debe ser proporcionar la formación básica con una buena orientación práctica durante los períodos académicos normales y disponer, para el nivel de posgrado, de una oferta de cursos especializados diversos que, junto a la realización de una tesis o un proyecto técnico, proporcionen capacidad para abordar directamente un trabajo de diseño, ingeniería o investigación.

La Universidad española, en principio, viene siguiendo esta línea, aunque con dos dificultades básicas: la falta de preparación práctica en el nivel de grado y la escasa oferta de cursos de especialización tecnológica en el de posgrado.

En el comienzo de la década de los setenta, la Universidad española empezó a preparar su papel en la formación de los técnicos del programa nuclear. Durante este tiempo las facultades científicas se han dedicado a impulsar la investigación fundamental sobre el núcleo, a reforzar sus cátedras de Física Atómica o Nuclear y a abor-

algunas tesis sobre temas relacionados con la radiación. Las universidades politécnicas fueron en un principio las más ambiciosas, especialmente las escuelas técnicas de ingenieros industriales, donde se crearon secciones especiales sobre materia nuclear e incluso se construyeron reactores experimentales en Bilbao y Barcelona. Sin embargo, la realidad posterior no ha respondido del todo a lo previsto entonces. Los reactores de investigación han podido ser utilizados, y, salvo algunas excepciones, los temas de especialización no han sido numerosos. En los últimos años se ha observado una evolución en este sentido, especialmente en Madrid, Barcelona y Valencia. El tradicional divorcio entre universidad y la industria, casi podría decirse entre la universidad y el resto de la sociedad, empieza a ser superado. La falta de infraestructura experimental se supera mediante trabajos realizados en empresas o centros de investigación. El nivel de posgrado empieza a nutrirse de cursos de carácter tecnológico, además de los tradicionales cursos de doctorado, de orientación más científica. Se observa también un intento de aproximación por parte de la industria que comienza a confiar más proyectos a los grupos universitarios. Las últimas leyes que han permitido la reforma y autonomía de las universidades han facilitado sin duda este acercamiento. Existen todavía muchos problemas por resolver entre los que es importante destacar la falta de estabilidad de los grupos de investigación de las universidades, la mayoría muy precarios, descansando excesivamente en becarios que abandonan su tema a la primera oferta interesante de empleo, dificultando así la terminación de los trabajos y el cumplimiento de las fechas establecidas. Las empresas se retraen así de confiar a las universidades determinados estudios que podrían haber sido realizados perfectamente por ellas si dispusieran de grupos más estables. Una forma de obviar esta incertidumbre es la participación de los grupos universitarios en proyectos de investigación que requieran una amplia colaboración con otros centros o grupos de investigación tanto nacionales como internacionales. Esta forma de investigación compartida y bien coordinada impulsará sin duda las capacidades universitarias y repercutirá positivamente en la formación de los profesionales.

La actual política educativa de las Comunidades Europeas, basada en una estrecha colaboración entre la Universidad y la empresa, se notará sin duda en el sector nuclear español, como lo está siendo ya en otros sectores tecnológicos, y los posgraduados españoles tendrán la oportunidad de adquirir en la propia universidad la preparación

que los capacite para abordar directamente trabajos concretos en el sector industrial.

EL ORGANISMO REGULADOR

Es evidente el papel que los organismos reguladores tienen en la formación de personal.

Aun cuando las funciones de estos organismos varían entre límites relativamente amplios según los países, es general su misión de proponer las normas y regulaciones que consideren apropiadas y vigilar su cumplimiento. Es cierto que el organismo regulador no puede actuar con la libertad de procedimientos de un organismo educativo, y sus actuaciones en cuanto a las personas tienen algunas dificultades, pero debe cumplir fundamentalmente tres cometidos: definir los requisitos de formación necesarios para ocupar un determinado puesto que afecta fundamentalmente a la seguridad de una instalación, verificar la competencia de los aspirantes y asegurarse de que esta competencia se mantiene.

Esta actuación de los organismos reguladores suele estar bien definida para aquellos puestos que requieren ser ocupados por personas con alguna licencia especial. La legislación española solamente prevé estas licencias para los puestos de operador o supervisor de instalaciones nucleares o radiactivas y para las personas responsabilizadas de la protección radiológica.

Es incuestionable la influencia que la intervención del organismo regulador ha tenido en la formación de los operadores de las instalaciones nucleares. Buena parte de la forma y planificación en que esta formación ha venido siendo realizada se debe sin duda a la existencia de normas y procedimientos establecidos por este Organismo y a su estrecha y constante vigilancia desde el comienzo de la operación de la primera central nuclear española.

No tan eficaz ha sido la actuación del organismo regulador con respecto a la formación en protección radiológica, tal vez por tratarse de un colectivo mucho más numeroso o por dedicarle un menor esfuerzo que al de la vigilancia de los equipos de operación de las centrales. La formación en protección radiológica, de tan significativa importancia en la disminución de las dosis de radiación, tiene todavía grandes deficiencias en nuestro país, más marcadas en el campo de las instalaciones radiactivas que en el de las nucleares, donde el esfuerzo realizado por las propias empresas propietarias ha sido muy significativo. Todavía queda mucho por hacer en este tema.

La actuación del organismo regulador sobre otros colectivos no ha estado clara, ni ha tenido, por ende, tanta incidencia. Existe un manifiesto deseo de

potenciar la formación del personal de mantenimiento, de química, de instrumentación o de apoyo técnico, pero esta potenciación se realiza a través de mecanismos indirectos, bastante menos influyentes que el requerimiento formal de una licencia.

Tal vez el propio órgano regulador español se ha visto forzado, por su propia evolución, a sufrir en sí mismo el problema de la falta de personal y no ha podido dedicar a la formación la atención que hubiera debido. Se observaba una reacción positiva en los últimos años. El CSN empieza a promover la realización de cursos especiales, a facilitar becas a los estudiantes que deseen completar su formación universitaria y a reforzar su atención a la formación en protección radiológica. Nunca es demasiado tarde y este puede ser el camino.

LOS CENTROS DE INVESTIGACION

Los centros de investigación nuclear han resultado ser, en la mayoría de los países, los mejores complementos de la Universidad en la preparación de los técnicos nucleares. Ellos disponen de la infraestructura experimental de la que carece la Universidad y de proyectos en marcha donde los formandos pueden tomar contacto directo con los fenómenos de la radiactividad.

En el caso de España, la labor de la Junta de Energía Nuclear, al establecer su centro en la ciudad universitaria de Madrid, ha servido durante mucho tiempo como elemento básico de todo cuanto se ha hecho en el país en el campo nuclear, y es justo reconocer el papel que ha venido desempeñando el Instituto de Estudios Nucleares en las tareas de formación, tanto en la creación de cátedras y grupos de investigación en las universidades como en la impartición de muy diversos cursos en sus propias aulas. La inmensa mayoría de los que durante muchos años han realizado tareas importantes en el sector nuclear español han pasado por las aulas del IEN como profesores o alumnos.

Desgraciadamente, el impulso de los primeros años no fue mantenido siempre y la Junta de Energía Nuclear no fue capaz de seguir el vigoroso progreso que el resto del país estaba siguiendo. Sus proyectos de investigación empezaron a quedar tremendamente separados de los requisitos nacionales del momento, la necesidad de dedicar gran parte de su esfuerzo a la administración y regulación de un programa nuclear tremendamente ambicioso deterioró su actividad investigadora, y finalmente la disgregación de sus antiguas competencias en diferentes organismos o empresas ha creado una situación traumática que necesariamente ha repercutido en sus actividades

y en su función. No es el momento de hacer un análisis de las causas que pudieron dar lugar a esta situación, pero es necesario tenerla en cuenta a la hora de evaluar el papel de la Junta de Energía Nuclear en las actividades de formación. No cabe duda de que todos estos cambios han afectado tanto a la posibilidad del IEN de extender a otros la tecnología disponible en la JEN como a su capacidad para organizar determinados cursos y coordinar la diseminación de disponibilidades en otros sectores; aunque es tal vez en este último aspecto donde el IEN ha sido capaz de mantener una actividad más constante.

El Curso de Ingeniería Nuclear, diseñado para resolver las deficiencias en temas básicos para la tecnología nuclear existentes en la Universidad española de los años sesenta, se ha mantenido sin interrupción durante veintitrés años, revisando su programa para adecuarlo a los sucesivos cambios de los currícula universitarios y a la evolución del programa nuclear español.

El papel del IEN en la preparación de los operadores de las centrales nucleares fue decisivo en la formación de los primeros equipos, y lo ha seguido siendo hasta hace algunos años, en los que las dificultades para adaptar su funcionamiento como parte de un centro de investigación con la discontinuidad en la demanda de formación por parte de las empresas, y la falta de disponibilidad de los reactores experimentales, que constituían su herramienta fundamental para la preparación de estos técnicos, le obligaron a dejar progresivamente su actuación en manos de otros centros universitarios o privados que han recogido la antorcha sin crear ningún traumatismo.

En el área de la protección radiológica es tal vez en la que el IEN haya mantenido una actividad más creciente y en la que ha sido decisiva la colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear. Durante más de veinte años ha impartido cursos para la capacitación de operadores de instalaciones radiactivas y desde finales de los años setenta organiza cursos superiores de Protección Radiológica para técnicos de mayor responsabilidad en este tema. El IEN ha hecho un esfuerzo especial por facilitar la creación de una oferta de formación para el personal de instalaciones radiactivas en diferentes instituciones a lo largo de toda la geografía nacional, y, a pesar de que todavía quede mucho por hacer, creo que no es despreciable todo lo realizado hasta ahora.

En otros temas, el IEN ha organizado cursos específicos muy diversos, en especial sobre instrumentación nuclear, detección de radiaciones, inspección en servicio y análisis probabilístico de seguridad, muchos de ellos en colaboración con el OIEA.

Ha sido constante la organización de jornadas, seminarios o conferencias sobre temas puntuales a los que no se ha dudado en invitar a los expertos extranjeros de mayor relieve, y el IEN ha estado siempre abierto a la organización de cursos específicos para aquellas empresas que tenían una necesidad puntual y concreta.

Aun con todas las deficiencias que en su actividad investigadora haya podido tener la Junta de Energía Nuclear, es innegable su papel como instrumento de formación, no sólo a través del IEN, sino de la participación de sus proyectos de gran parte de los técnicos que luego han desarrollado sus capacidades en la industria o la administración. Superados ya los cambios de los últimos años, liberado de sus misiones como órgano regulador, habiendo confiado a otros las actividades de carácter más comercial y definido exclusivamente como un centro de investigación energética, el actual CIEMAT está recuperando el papel que un centro de investigación nuclear tiene que desempeñar y en el que ocupa un lugar preferente la formación del personal. El Instituto de Estudios Nucleares, denominado hoy Instituto de Estudios de la Energía, ha sido capaz de mantener todas sus actividades anteriores en el sector nuclear a pesar de haber abordado también otros temas nuevos. No ha sido ajena a este resultado la constante colaboración y respaldo de todo el sector nuclear, herencia recogida sin duda de las actividades del pasado.

LOS CENTROS PRIVADOS

Ya se ha comentado el interés manifestado por las empresas españolas en la adquisición de la tecnología nuclear y los esfuerzos realizados por todo el sector, al menos durante los años de arranque del programa, pero es necesario reconocer que las inversiones en formación, aunque suponen el mejor mecanismo para consolidar el activo principal de la empresa, su personal técnico, no siempre superan las presiones impuestas por otras necesidades más imperiosas, y generalmente sólo cuando la formación es llave para otros logros es cuando recibe la atención que merece.

Ello no favorece la creación de centros privados que necesariamente deben plantearse los servicios de formación como una actividad de negocio.

Las compañías eléctricas crearon ya desde el comienzo del programa una empresa dedicada a ofertar servicios de formación para atender sus necesidades de entrenamiento más imperiosas, que ha jugado el más importante papel en la formación de los equipos de operación, y de otros, de las centrales españolas, extendiendo su actividad a otros países.

Alguna universidad privada ha desarro-

llado un programa de formación en tecnología y seguridad nuclear impulsado por el sector de servicios de ingeniería que ha recibido buena acogida pero que se está decantando en los últimos años a las técnicas de carácter más convencional de aplicación al sector nuclear.

No ha sido despreciable el papel de las asociaciones de profesionales en actividades de carácter formativo, promoviendo jornadas o seminarios técnicos y facilitando el intercambio de información. Sería bueno promover una mayor colaboración entre estas asociaciones y las instituciones de formación para canalizar necesidades y promover actividades concretas que sirvan para resolver problemas reales.

Las empresas suministradoras de equipo principal vienen realizando una oferta agresiva de cursos y servicios de entrenamiento, muy eficaces en cuanto que se adaptan bien a las necesidades específicas de la planta que suministran, pero que resultan excesivamente costosos.

En los últimos años ha comenzado a aparecer una oferta privada de servicios de formación en aspectos relacionados con la protección radiológica o la vigilancia del medio ambiente, que necesita todavía de mayor consolidación.

LA ULTIMA IMPRESION

Durante los últimos años, la paralización de algunos proyectos de centrales nucleares y la ausencia de otros nuevos han creado evidentemente importantes distorsiones en todo el sector que han afectado necesariamente a los programas y al propio funcionamiento de los centros de formación.

La industria nuclear se ha visto obligada a diversificar sus actividades, perdiendo gran parte de su personal bien cualificado o dedicándolo a tareas distintas de aquellas para las que había sido preparado.

Esta pérdida de capacidad técnica se une a la manifiesta falta de interés de los jóvenes universitarios por dedicarse a una actividad que no goza de una buena imagen social y a la que observan con un futuro más que incierto.

La infraestructura formativa se basa evidentemente en estos pilares, docentes bien cualificados capaces de transmitir conocimientos y experiencia y alumnos receptivos con una buena preparación básica capaces de asimilar lo enseñado y de hacerle dar fruto lo antes posible.

Sin estos dos activos las tareas de formación pierden eficacia, tienen dificultades para mantenerse vivas y corren el riesgo de no ser capaces de atender, en un medio plazo, las necesidades que previsiblemente habrán de existir en el país. Tal vez estemos a tiempo de reaccionar.