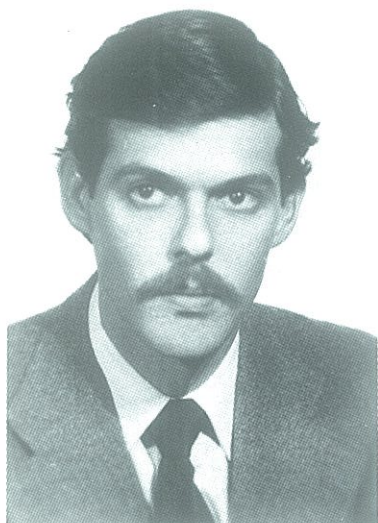


FORMACION

ADIESTRAMIENTO DE TECNICOS DE OPERACION DE CENTRALES NUCLEARES: PRESENTE Y FUTURO DE UNA ACTIVIDAD

Cristóbal GONZALEZ-ALLER DE LA MOTA

Con la construcción y puesta en funcionamiento, en 1968, de la Central Nuclear José Cabrera, hubo que afrontar una nueva tarea hasta entonces inédita en nuestro país: la selección y adiestramiento del personal de operación de centrales nucleares. Lo lógico y deseable hubiese sido la existencia de unos planes de formación para el personal equivalente de Centrales Térmicas de combustibles fósiles, y que la experiencia obtenida en este campo hubiese servido como punto de partida en el



Cristóbal GONZALEZ-ALLER DE LA MOTA, una vez finalizados sus estudios de ingeniería industrial, ingresó en WESTINGHOUSE PROYECTOS ELECTRICOS, S. A. (WEPESA), donde durante año y medio desarrolló actividades técnico-comerciales relacionadas con el suministro de equipos eléctricos para sistemas siderometalúrgicos.

En abril de 1976 pasó a Tecnatom, Sociedad Anónima, donde desde entonces hasta la fecha ha estado dedicado al desarrollo de los objetivos del Departamento de Actividades Didácticas, tanto en el campo de las centrales nucleares como en el de las térmicas convencionales.

contexto nuclear. Por desgracia, y como casi siempre ocurre, las cosas siguen otros derroteros y, por tanto, ante la prácticamente inexistencia de aquéllos y sin experiencias previas, hubo que empezar a trabajar en este campo. El personal de operación de la primera generación de centrales nucleares: C.N. José Cabrera, C.N. Sta. M.^a de Garoña y C.N. Vandellód I, fue adiestrado por los suministradores principales, de acuerdo con los métodos entonces vigentes. Para la segunda generación: C.N. Almaraz, C.N. Ascó, C.N. Lemóniz y C.N. Cofrentes, se comenzó enviando al personal de operación a los EE. UU., ya que los suministradores primarios son de dicho país, pero al mismo tiempo se empezó a trabajar en el nuestro, con objeto de desarrollar toda la infraestructura técnica necesaria para que estas actividades pudieran desarrollarse plenamente en España.

Las entonces siete principales productoras de energía eléctrica privadas, Compañía Sevillana de Electricidad, S. A., Electra de Viesgo, S. A., Fuerzas Eléctricas de Cataluña, S. A., Fuerzas Eléctricas del Noroeste, S. A., Hidroeléctrica Española, S. A., Iberduero, S. A. y Unión Eléctrica, S. A., se hicieron cargo de Tecnatom, S. A., empresa que ha desarrollado un Plan Básico de Adiestramiento, PBA, para el personal de operación de centrales nucleares.

Esto ocurría en 1973, y, desde entonces hasta la fecha, ha transcurrido una década plena de experiencias y acontecimientos, en lo que a adiestramiento se refiere, que han cristalizado en una situación, y hacen más o menos previsibles otras, cuyas líneas generales se comentan a continuación.

EL PRESENTE

El marco jurídico

El marco jurídico donde se encuadra el adiestramiento está constituido, actualmente, por los siguientes documentos:

- La **Ley sobre energía nuclear**, Ley 25/1964, de 29 de abril, que en su capítulo VI, «De las medidas de seguridad y protección contra las radiaciones ionizantes», artículo 37, establece que el personal de las instalaciones nucleares y de las instalaciones radiactivas deberá reunir las condiciones de idoneidad que se establezca en el Reglamento correspondiente.
- El **Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas**, Decreto 2869/1972, de 21 de julio, que en su título V, «Del personal de las instalaciones nucleares y radiactivas», capítulo I, establece qué licencias debe poseer el personal de operación y la problemática a ellas asociada.
- Las guías sobre seguridad nuclear **Cualificaciones y requisitos exigidos a los candidatos a la obtención y uso de licencias de operación de centrales nucleares de potencia** (GSN-02/76), de septiembre de 1976, y **Requisitos físico-psíquicos exigidos a los candidatos para la obtención y uso de las licencias de operadores y supervisores de instalaciones nucleares y radiactivas** (GSN-05/77), de julio de 1977.

Ambas guías, la primera de las cuales cubre los aspectos técnicos y la segunda los médicos, fueron establecidas por la Junta de Energía Nuclear, JEN, ya que el reglamento acabado de mencionar no especificaba los requisitos para obtener las correspondientes licencias.

- La **Ley de creación del Consejo de seguridad nuclear**, Ley 15/1980, de 22 de abril, que en su artículo 2.º, apartado g), confiere a este organismo la facultad de «conceder y renovar, mediante la realización de las pruebas que el propio Consejo establezca, las licencias necesarias para el personal de operación de las instalaciones nucleares y radiactivas, supervisores, operadores y jefes de servicio de protección radiológica».

El plan de formación

Basándose en la guía de seguridad núm. 2 acabada de mencionar, y en nor-

GUIAS Y NORMAS APLICABLES A ADIESTRAMIENTO

Número	Título	Rev.	Fecha
GUIAS SOBRE SEGURIDAD NUCLEAR - JEN			
GSN-02/76	Cualificaciones y requisitos exigidos a los candidatos a la obtención y uso de licencias de operación de centrales nucleares de potencia.		IX-76
GSN-04/77	Guía para la obtención del título de jefe del servicio de protección contra radiaciones.		IV-77
GSN-05/77	Requisitos físico-psíquicos exigidos a los candidatos para la obtención y uso de las licencias de operadores y supervisores de instalaciones nucleares y radiactivas.		VIII-77
GUIAS REGULADORAS - NCR			
1.8	Personnel selection and training.		IX-80
1.58	Qualification of nuclear power plant inspection, examination, and testing personnel.	1	III-79
1.114	Guidance on being operator at the controls of a nuclear power plant.	1	XI-76
1.134	Medical Certification and monitoring of personnel requiring operator licences.		
1.146	Qualification of Q.A. program audit personnel for N.P.P.	0	VIII-80
1.149	N.P.P. Simulators for use in operator training.		IV-81
8.28	Radiation protection training for personnel at light-water-cooled nuclear power plants.	0	III-81
NORMAS ANS/ANSI			
ANS-3.1/ ANSI-N.18.1	Selection and training of nuclear power plant personnel.		1981
ANS-3.4/ ANSI-N.546	Standard for medical certification and monitoring of personnel requiring operator licenses for nuclear power plants.		1976
ANS-3.5	Nuclear plant simulator for use in operator training.		IV-81
ANSI-N.45.2.6	Qualifications of inspections examination and testing personnel for the construction phase or N.P.P.		1978
ANSI-N.45.2.23	Qualification of Q.A. program audit personnel for N.P.P.		1978
NUREG'S			
0578	TMI 2 Lessons learned task force.		VII-79
0585	TMI 2 Lessons learned task force final report.		X-79
0737	TMI 2 Clarification of TMI Action plan requirements.		X-80
CR-1482	Nuclear power plant simulators: Their use in operator training and requalification.		VII-80
CODE OF FEDERAL REGULATIONS			
10CFR55	Operator's licenses.		
CPG	Recommendations for Shift Technical Advisor.	1	Abril 1981
GPG-02-10-80	Nuclear Power Plant Requalification Program for Licensed Personnel. Guidelines for Requalification Training and Evaluation.	0	Octubre 80
GPG-03	Nuclear Power Plant Licensed Operators. Guidelines for Qualification Programs at Operational Units.	0	Abril 1981
GPG-04	Nuclear Power Plant Non Licensed Operators. Guidelines for Qualification Programs.	0	Marzo 1981
GPG-05	Guidelines for Mechanical Maintenance Personnel Qualification.	0	Julio 1981
GPG-07	Guidelines for Electrical Maintenance Personnel Qualification.	0	Julio 1981
GPG-08	Guidelines for Instrument and Control Technician Qualification.	0	Julio 1981
STG-01	Nuclear Power Plant Operating Staff. Guidelines for Training to Recognize and Mitigate the Consequences of Core Damages.	1	Enero 1981
STG-02	Nuclear Power Plant Operating Staff. Guidelines for Heat Transfer, Fluid Flow and Thermodynamics Instruction.	1	Mayo 1980
STG-03	Simulator Training management.		

mas y recomendaciones de diferentes organismos nacionales e internacionales, así como en la experiencia propia, Tecnatom, S. A. ha desarrollado el PBA, estructurándolo en las siguientes fases:

Fase 0 - Fundamentos físicos y tecnológicos de centrales eléctricas

Aunque esta fase no pertenece, específicamente, al adiestramiento nuclear, se ha incluido en el PBA, ya que con ella las personas que inician su formación en este campo repasan los principales conceptos y componentes que tienen lugar en cualquier proceso industrial y, por tanto, en una central nuclear.

Como su nombre indica, está dividida en dos partes: la primera, dedicada a los fundamentos físicos, y, la segunda, a los componentes tecnológicos: mecánicos, eléctricos y de instrumentación.

Fase I - Fundamentos de operación del reactor BWR o PWR

En esta fase, los técnicos son instruidos en los principios de la generación de calor a partir de la fisión nuclear y control de los reactores PWR o BWR.

Fase II - Tecnología de centrales BWR o PWR

Durante esta fase se presentan al alumno las funciones, criterios de diseño, descripción general, componentes, instrumentación y control, y modos de operación de los diferentes sistemas y estructuras que componen una central nuclear BWR o PWR.

Fase III - Prácticas de operación en simulador BWR o PWR

Durante esta fase los alumnos realizan prácticas sobre la operación real diaria de una central idéntica a la que han estudiado durante la fase anterior.

Para ello Tecnatom, S. A., dispone de dos simuladores, en los que los alumnos pueden realizar por sí mismos las maniobras y operaciones que tienen lugar en la central real que se toma como referencia.

Fase IV - Estudio de la central propia

Esta fase tiene dos propósitos concretos: el primero, la asimilación por parte del alumno de las características de diseño y funcionamiento de los componentes, sistemas y estructuras correspondientes a la central propia y, el segundo, la redacción de las Instrucciones de Operación que han de constituir más tarde los procedimientos administrativos (Ma-

nual de Operación), mediante los cuales se logrará una explotación segura y eficaz de las centrales.

Fase V - Adiestramiento en el emplazamiento

Esta fase tiene por objeto proporcionar a los técnicos en formación un conocimiento detallado y exhaustivo, tanto desde el punto de vista de diseño como funcional, de los componentes, sistemas y estructuras de la central que han de operar, una vez que han sido instalados.

Asimismo, se les inculca el contenido de las normas y reglamentos preceptivos elaborados, tanto por la Administración como los de régimen interior de la propia compañía, para una explotación segura y eficaz de la central.

Es durante esta fase del adiestramiento cuando los técnicos de centrales nucleares realizan su preparación final para la obtención de la Licencia de Operación.

Fase VI - Recalificación

Esta fase persigue mantener continuamente un elevado nivel de competencia profesional en los Supervisores de Turno y Operadores de Reactor que se encuentran en el ejercicio de sus funciones, una vez conseguidas sus licencias iniciales, y que les sirve, al mismo tiempo, para prolongar la vigencia de las mismas.

Los criterios seguidos para elaborar esta fase de recalificación atañen al fondo y a la forma del curso: al fondo, en cuanto que el contenido versa sobre conceptos teóricos de aplicación a la operación de reactores de potencia, así como de ejercicios relativos a maniobras de práctica infrecuente durante la operación de la central; a la forma, en cuanto que el curso se imparte progresivamente, para hacerlo compatible con las funciones profesionales asignadas a los técnicos de operación.

Comentarios

Todo lo expuesto hasta el momento se refiere a cómo está en la actualidad el marco legal en que nos movemos y cómo se realiza, básicamente, el adiestramiento del personal de operación de centrales nucleares.

Sin embargo, desde el accidente de Three Miles Island, TMI-II, en marzo de 1979, se está viviendo una auténtica convulsión en lo que a adiestramiento se refiere.

Este accidente constituyó un revulsivo, ya que hasta dicha fecha quizá se vivía dentro de una plácida rutina donde la formación se limitaba a cumplir unas

normas e impartir unos cursos como si fueran una receta.

Sin embargo, dicho revulsivo ha tenido, en nuestra opinión, una parte buena y otra no tan buena. La primera ha sido reavivar conciencias aletargadas, creando nuevos estímulos que nos hagan mejorar en nuestro trabajo, evitando la tendencia al adocenamiento que da la rutina.

La segunda, por el contrario, creemos que no es tan buena, ya que ha originado la generación de tal cúmulo de normas, guías, instituciones, etc., sobre todo en el contexto internacional, que se tiene la impresión de hallarse inmerso en un mar de papeles de dudosa eficacia.

Y en cualquier actividad humana tan malo es quedarse corto como pasarse. Creemos que toda complicación innecesaria es absurda, aunque lo fácil es complicar las cosas y lo difícil crear estructuras o procedimientos sencillos, lógicos y coherentes.

Realmente, cualquier persona ajena a este campo que entrase por primera vez en él, podría hacerse preguntas como: ¿Es todo esto necesario? ¿Aporta algo positivo?, etc., todas ellas de no muy fácil contestación.

Creemos que es necesario, cuanto antes, tomar acciones en este sentido que nos conduzcan, a nivel nacional y dentro de lo posible en el internacional, a alcanzar la mayor claridad y simplicidad posibles.

Evidentemente, el adiestramiento es necesario, ya que aunque la formación no es la varita mágica que nos asegure un cien por cien contra cualquier tipo de accidente o incidente es, en cualquier caso, una de las mejores, si no la mejor, herramienta de que disponemos. Y una vez admitida su necesidad, hay que optimizar al máximo todos los recursos implicados, ya que es una actividad compleja y costosa.

Para ello, un camino a seguir, y que en parte ya se ha comenzado, sería la creación de un ente encargado de legislar, dictando unas normas que fuesen de obligado cumplimiento y no simples recomendaciones, otro encargado de implantarlas y un tercero encargado de exigir resultados.

De esta manera se cerraría el círculo que, naturalmente, debe contemplar dos principios: libertad e independencia. Es decir, en cada uno de los entes mencionados existiría una representación de todas las partes implicadas, al mismo tiempo que una entidad jurídica independiente, con objeto de que la información fluyera de una manera realista.

Todo esto puede y debe afrontarse, si

existe voluntad de hacerlo, máxime en un país como España donde al fin y al cabo ni son tantas las compañías eléctricas ni las instalaciones involucradas en el campo nuclear.

En resumen, el adiestramiento exige unos medios humanos altamente cualificados y unos medios técnicos altamente sofisticados o, en términos económicos, unas grandes inversiones, que requieren aunar todos los esfuerzos al máximo con objeto de obtener la máxima eficacia posible.

En nuestro país no andamos muy sobrados de medios, precisamente, pero el tiempo transcurrido, los esfuerzos realizados y las experiencias adquiridas hasta la fecha son factores que pueden ayudar positivamente en esta dirección.

EL FUTURO

Normas

Es ésta una de las áreas en que quizá deba trabajarse más rápidamente, ya que, aparte de las normas internacionales existentes, parte de las cuales se recogen en la tabla I, existen en nuestro país, al menos, tres fuentes diferentes:

- Las guías GSN-2 y 5, ya mencionadas, de la JEN, que por muchos motivos necesita una revisión, aunque quizás el más destacable sea el hecho de que sólo se refiere a personal de operación.
- La norma SNE-01 «Selección y adiestramiento de personal para la explotación de centrales nucleoelectricas», de octubre de 1978, de la Sociedad Nuclear española, SNE, donde se contempla, como su título indica, al personal de explotación y no al de operación únicamente.
- Por otro lado, en el año 1980 el Forum Atómico Español, FAE, y el Instituto Nacional de Racionalización y Normalización, IRANOR, llegaron a un acuerdo sobre normalización en el contexto nuclear, creándose la comisión técnica «Industria Nuclear», CT-73, una de cuyas subcomisiones, «Cualificación de personal», ST-11, está trabajando en esta dirección.

Como comentábamos más arriba, parece lógico que se aúnen esfuerzos y que exista un único organismo que se encargue de crear y sancionar toda esta área

con carácter de obligado cumplimiento, y no como simple recomendación.

El plan de formación

No parece, al menos a corto plazo, que exista necesidad de cambiar las líneas maestras del plan de formación. Como hemos visto, éste se divide en tres grandes bloques: adiestramiento genérico, fases G a III; adiestramiento específico, fases IV y V, y recalificación, fase VI, que cubren de una manera lógica y ordenada la secuencia del aprendizaje y la posterior puesta al día.

Lo que en nuestra opinión es completamente necesario cambiar respecto al pasado, y TMI-II lo ha confirmado, es el sujeto del adiestramiento y la filosofía didáctica.

El primero no es sólo el personal de operación, sino la plantilla de explotación, sobre todo aquellas personas cuyas decisiones o acciones puedan incidir sobre la seguridad, y la segunda no puede consistir en formar, sobre todo a los operadores, como autómatas, sino como seres pensantes capaces de tomar decisiones.

Para ello es necesario incidir en su formación teórica, incrementando sus conocimientos en materias como termodinámica y análisis de transitorios, de manera que estén mejor capacitados para entender los fenómenos físicos que tienen lugar. En este sentido, es de esperar que la implantación de cursos como «Atenuación de daños al núcleo» hagan notar sus efectos en un futuro no muy lejano.

Comentarios

En nuestra opinión, el adiestramiento en el futuro tenderá a basarse en las siguientes premisas:

- El personal de explotación de una central nuclear deberá reunir los requisitos físico-psíquicos y técnicos necesarios para estar integrado plenamente con la naturaleza del trabajo que realiza.
- El personal de operación, fundamentalmente, deberá poseer un elevado nivel en sus conocimientos físico-químicos, así como en los componentes, sistemas y estructuras de la central que vaya a operar en el futuro.
- Los simuladores de adiestramiento de alcance total deberán constituir la herramienta fundamental de cualquier plan de adiestramiento, ya que constituyen el elemento más valioso del que se dispone en la actualidad para aprender la dinámica

de un conjunto de procesos integrados.

- El adiestramiento y la recalificación deberán impartirse en centros especializados que aseguren la idoneidad de los instructores y de los diferentes medios didácticos.
- Deberá incrementarse la colaboración entre los distintos organismos y empresas involucradas, con objeto de intercambiar opiniones y experiencias, optimizando al máximo posible los recursos.

Indudablemente, con todo esto, el riesgo de acciones erróneas y, por consiguiente, de accidentes es lógico esperar que disminuya o, en otras palabras, que la seguridad aumente.

Ahora bien, lo que también es cierto es que los operadores son seres humanos normales y no superhombres; por lo tanto, aparte de mejorar nuestras organizaciones y métodos de adiestramiento, debemos tener en cuenta otros factores que son de gran importancia en el comportamiento y eficacia de un operador, entre los que destacaríamos los siguientes:

- La motivación constituye un factor de vital importancia. En este aspecto la selección del personal juega un papel fundamental. Quizá fuera conveniente informar más ampliamente al futuro aspirante a trabajar en una central nuclear, y especialmente a los operadores, de la gran responsabilidad moral que se adquiere y las exigencias que ello requiere.
- Mejorar las organizaciones y los métodos de enseñanza y de trabajo. Entre estos últimos quizás fuese necesario mejorar los procedimientos, manuales de operación, etc., así como proporcionar a los operadores un mayor apoyo técnico ante las emergencias.
- Realizar un diseño ergonómico del ambiente de trabajo y, sobre todo, de las salas de control. Hay que tener en cuenta el carácter rutinario, por un lado, y los cambios de horario, por otro, del trabajo de operación. Cualquier mejora que ayude a suavizar las dificultades tanto físicas como psíquicas inherentes a este trabajo será bienvenidas.
- Mejorar el diseño de las centrales en todos los órdenes.

Creemos que, en tanto en cuanto se logren armonizar todos estos factores, tanto más seguros estaremos de que caminamos en la dirección correcta.