

Factores humanos y organizativos en la seguridad nuclear

A. García, M. Barrientos y B. Gil

Las instalaciones nucleares son sistemas sociotécnicos en las que los factores humanos y organizativos, de los titulares y de los reguladores, tienen un impacto significativo en la seguridad. El accidente de Three Mile Island (TMI), origen de actuaciones en el ámbito de los factores humanos, supuso sin embargo una oportunidad perdida para aprender a tiempo lecciones relativas a los niveles superiores del sistema. Actualmente las instalaciones nucleares españolas cuentan con especialistas y actividades en organización y factores humanos, impulsados por los titulares e integrados en sus procesos. Todo ello fruto de un intenso trabajo de años, que las sitúa en una situación de partida mejor para afrontar retos, como los derivados de Fukushima. Con esta experiencia, no sería asumible que los planes de acción se limitasen al ámbito de la tecnología, convirtiendo a este accidente en otra oportunidad perdida.

Nuclear installations are sociotechnical systems where human and organizational factors, in both utilities and regulators, have a significant impact on safety. Three Mile Island (TMI) accident, origin of several initiatives in the human factors field, nevertheless became a lost opportunity to timely acquire lessons related to the upper tiers of the system. Nowadays, Spanish nuclear installations have integrated in their processes specialists and activities in human and organizational factors, promoted by the licensees. After many years of hard work, Spanish installations have achieved a better position to face new challenges, such as those posed by Fukushima. With this experience, only technology-centered action plans would not be acceptable, turning this accident in yet another lost opportunity.

TMI, LA OPORTUNIDAD PERDIDA

The need for Change. The legacy of TMI era el título del informe realizado por la comisión constituida por mandato del entonces presidente de los Estados Unidos, Jimmy Carter, para investigar las causas del accidente acaecido en marzo de 1979 en la Unidad 2 de la central nuclear de Three Mile Island (TMI), cercana a Harrisburg, Pennsylvania (Figura 1).

El accidente marcó un hito en la historia de la industria nuclear mundial. Supuso un antes y un después en el desarrollo de la seguridad nuclear y sirvió para que se iniciaran acertados programas para la mejora de la seguridad de las instalaciones nucleares.

En particular, el análisis de la secuencia de hechos que condujo al daño del núcleo del reactor en TMI-2, puso de manifiesto la importancia de contar con instalaciones pensadas teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones de los seres humanos que las explotan, de integrar criterios de factores humanos en su diseño, de disponer de procedimientos de opera-

ción y ayudas operativas que faciliten la respuesta del turno en situaciones operativas complejas o de implantar sólidos programas de formación e intercambio de experiencia operativa, entre otros aspectos.

El ambiente de principios y mediados de los años 80 llevaba a pensar en la existencia de cierta conciencia a nivel mundial en relación con la importancia del papel de los seres humanos en la seguridad de las instalaciones nucleares. Se hablaba de los errores de autocomplacencia en la industria nuclear, de la necesidad de tener en cuenta las características de los seres humanos para la explotación segura de las plantas y de la consideración de la fiabilidad humana en la fiabilidad del sistema.

En línea con ello, los titulares de las centrales nucleares españolas respondieron a los requisitos reguladores derivados del análisis de TMI llevando a cabo programas y proyectos enfocados a la revisión del diseño de las salas de control desde el punto de vista de factores humanos, al desarrollo de sistemas de presentación de



AMPARO GARCÍA ZAMORANO

Técnico del Área de Organización, Factores Humanos y Formación de la Subdirección de Tecnología Nuclear.

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 1997 desarrolla su carrera profesional en el CSN como especialista en Organización y Factores Humanos.



MARTA BARRIENTOS MONTERO

Técnico Área de Organización, Factores Humanos y Formación de la Subdirección de Tecnología Nuclear.

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 1997 desarrolla su carrera profesional en el CSN como especialista en Organización y Factores Humanos.



BENITO GIL MONTES

Jefe del área de Organización, Factores Humanos y Formación de la Subdirección de Tecnología Nuclear.

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Ingeniero industrial por la ETSII de Madrid. Desde 1988 desarrolla su carrera profesional en el CSN como especialista en Organización y Factores Humanos.

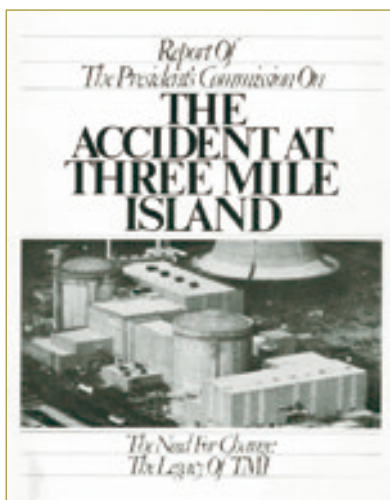


Figura 1. Informe Kemeny.

parámetros de seguridad (SPDS), procedimientos de operación de emergencia basados en síntomas o de los análisis de fiabilidad humana, en el marco de los Análisis Probabilistas de Seguridad. Adicionalmente, se reforzaron los programas de formación del personal con licencia de operación y los programas de intercambio de la experiencia operativa, a nivel nacional e internacional.

Es indiscutible que TMI actuó de revulsivo y supuso un impulso en su tiempo en relación con importantes temas para la seguridad nuclear; ahora bien, a la luz de la experiencia, parece razonable plantearse también algunas cuestiones en relación con su legado.

El informe de la comisión Kemeny sobre TMI recogía entre sus conclusiones las siguientes consideraciones:

"In conclusion, while the major factor that turned this incident into a serious accident was inappropriate operator action, many factors contributed to the action of the operators, such as deficiencies in their training, lack of clarity in their operating procedures, failure of organizations to learn the proper lessons from previous incidents, and deficiencies in the design of the control room. These shortcomings are attributable to the utility, to suppliers of equipment, and to the federal commission that regulates nuclear power. Therefore—whether or not operator error "explains" this particular case—given all the above deficiencies, we are convinced that an accident like Three Mile Island was eventually inevitable". (Kemeny, *The Need for Change*).

La situación descrita por la comisión evidenciaba el papel que el diseñador de la planta pudo haber tenido, señalando su falta de atención e inactividad frente a distintas cuestiones directamente relacionadas con las

causas del accidente, que conocía con anterioridad. Fue el caso de diversas experiencias operativas en plantas americanas que no se transmitieron; o de la ausencia de respuesta y acciones derivadas en relación con análisis técnicos realizados que confirmaban y anticipaban la posibilidad de errores como los posteriormente ocurridos en TMI (Kemeny, *The Role Of The Managing Utility And Its Suppliers*).

Entre los aspectos recogidos en el informe sobre la organización del titular, se incluía la distancia existente entre la alta dirección y los problemas y las necesidades del día a día de la planta, hecho comunicado dos meses antes del accidente por el director de explotación (TMI generation station manager) (Kemeny, *The Role Of The Managing Utility And Its Suppliers*).

Las debilidades existentes en la organización favorecieron asimismo la existencia de procesos débiles con potencial impacto en el accidente:

"... Before the accident, the procedure requiring closure of the PORV block valve when temperature in the tailpipe exceeds 130°F was not followed, even though tailpipe temperature had been in the range of 170°F to 185°F for weeks. Following that procedure alone would have prevented the loss-of-coolant accident..." (Kemeny, *The Role Of The Managing Utility And Its Suppliers*).

En el ámbito del regulador, las investigaciones realizadas señalaron

deficiencias organizativas que ponían en duda su capacidad para garantizar la seguridad de la planta. El proceso de comunicación interna en la propia US Nuclear Regulatory Commission, la falta de atención a los informes que, con anterioridad al accidente en TMI, alertaban sobre la problemática derivada del suceso ocurrido en Davis-Besse el 24 de septiembre de 1977 o la ausencia de consideraciones sobre el factor humano en el proceso de licencia, fueron algunas de las que se atribuyeron a las causas del accidente (Kemeny, *The Nuclear Regulatory Commission*).

Tanto el detalle de las causas, como las actuaciones que siguieron al accidente durante la gestión de la emergencia, refuerzan una idea que subyace: ni en la industria, ni en el regulador, ni en el gobierno se daba crédito a la ocurrencia de un accidente de esas características. El concepto de defensa en profundidad y sistemas de seguridad redundantes y diversos hacía pensar que era extremadamente improbable, incluso increíble (The US Nuclear Regulatory Commission and Three Mile Island. *A Short History of Nuclear Regulation, 1946–2009*).

Desde la perspectiva actual, el análisis del accidente que ya entonces se hizo, conduce necesariamente a hablar del accidente organizativo (James Reason, *A life in error*), de un sistema de seguridad basado en el concep-

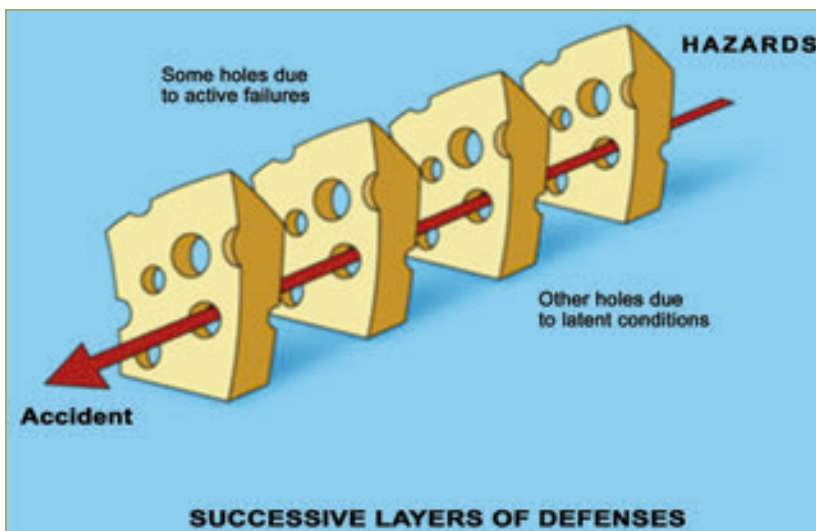


Figura 2. Modelo de progresión de accidentes de James Reason.

El denominado "modelo del queso suizo", de James Reason, ha sido utilizado extensamente para representar el concepto del accidente organizativo, en el que una serie de condiciones latentes se concatenan en una secuencia no prevista, desencadenada por un fallo activo, deshabilitando conjuntamente todas las barreras de diseño, humanas y organizativas interpuestas ante el daño a evitar (J. Reason, *Human Error*, 1993). Los factores humanos y organizativos pueden mejorar, y también menoscabar, como causas comunes, la defensa en profundidad por barreras múltiples; por lo que deben ser considerados en el diseño y operación de las instalaciones.

to de barreras múltiples interpuestas ante las amenazas identificadas, de factores contribuyentes que se encontraban presentes en el sistema con anterioridad a la ocurrencia del accidente (condiciones latentes) y de una secuencia de hechos no anticipada en la que algunas de esas condiciones latentes se combinaron con un iniciador (o fallo activo), deshabilitando las defensas tecnológicas, humanas y organizativas interpuestas frente al accidente (Figura 2).

Bajo esta aproximación, hoy ampliamente reconocida y aplicada en diversos sectores de la actividad industrial (transporte, sanidad e industria petroquímica) no hay cabida para explicaciones centradas alrededor de “una sucesión increíble de hechos”, “circunstancias impredecibles” o cuestiones relacionadas con “la mala suerte” de aquel 28 de marzo de 1979 y días posteriores. Muy al contrario, la información disponible sobre TMI obliga a reflexionar sobre la prioridad que recibieron las cuestiones relacionadas con la seguridad, por parte del regulador y de la compañía propietaria, y en qué manera los niveles superiores del modelo socio-técnico contribuyeron a la ocurrencia del accidente (Cuadro 1).

En ese entonces, no se entendió así, no se extrajeron todas las enseñanzas y no se actuó en consecuencia. En particular, en el ámbito de los factores humanos y organizativos, la aproximación a la mejora de la seguridad en las instalaciones españolas se limitó a las revisiones de la interfase persona-máquina de las salas de control y a las ayudas operacionales para la gestión de las emergencias, que se mencionaban en los primeros párrafos de este artículo. Instrumentos tan importantes como los simuladores

de sala de control no se completarían hasta bien entrada la década de los 90; fue necesaria una década más para entender la necesidad de disponer de procesos sistemáticos de ingeniería de factores humanos en el diseño o de desarrollar e implantar procesos de análisis y mejora organizativa; y a día de hoy no se cuenta con una organización soporte e impulso paralela al Institute of Nuclear Power Operations (INPO) norteamericano.

En opinión de los autores, debería reconocerse la oportunidad perdida tras TMI para considerar el factor humano más allá de la sala de control y el personal con licencia; para iniciar actuaciones orientadas a fortalecer el ámbito organizativo y de gestión, en los titulares y en el regulador; y para cambiar actitudes en relación a estos temas y su influencia en la seguridad.

“...The principal deficiencies in commercial reactor safety today are not hardware problems, they are management problems. [...] We have found that the Nuclear Regulatory Commission itself is not focused, organized, or managed to meet today's needs...” (Informe de la comisión Rogovin, *Three Mile Island*, vol. I).

FACTORES HUMANOS Y ORGANIZATIVOS EN LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

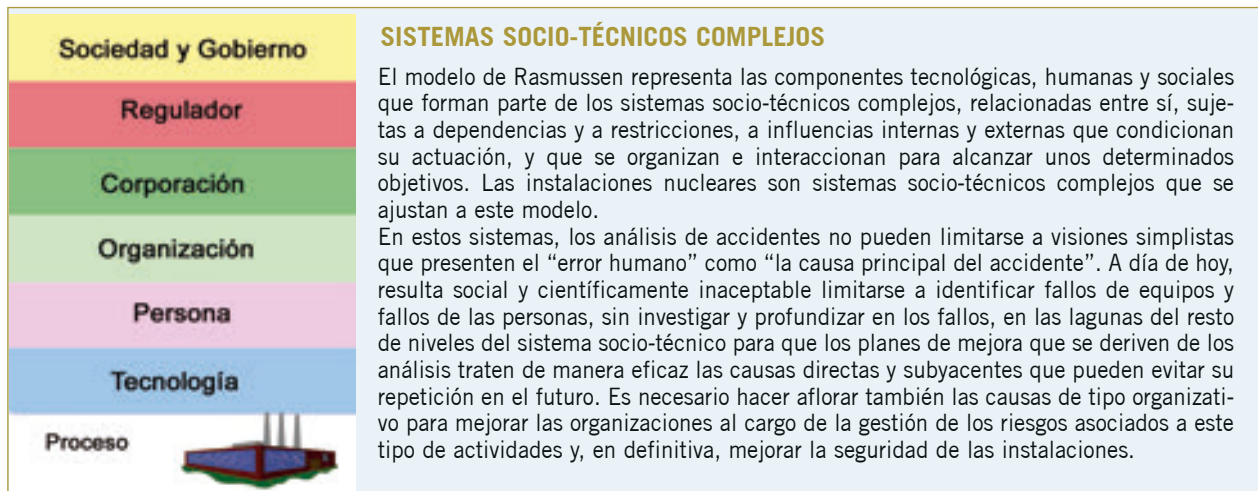
El difícil papel del organismo regulador, certeramente descrito por James Reason en su libro *Managing the risk of Organizational Accidents*, cobra especial relevancia en el sector nuclear (tanto para los profesionales del organismo regulador como, por extensión, para los propios profesionales de la industria) al abordar la disciplina de los factores humanos y organizativos y su influencia en la seguridad. Temas en su momento relativamente no-

vedosos, alejados de la tradición y de las competencias tecnológicas existentes, y carentes en su mayor parte de una normativa prescriptiva exhaustiva (tan habitual en la industria nuclear) y, “para colmo de males”, con la casi certeza de que precisamente esa aproximación prescriptiva exhaustiva no era, y no es, la más adecuada para abordar esta disciplina.

De este modo, en la aproximación reguladora a la supervisión de las actuaciones en materia de factores humanos y organizativos, coexiste una aproximación prescriptiva, “clásica”, en relación a algunos temas, especialmente aquéllos en los que existía una normativa específica, con una aproximación más proactiva, de impulso y acompañamiento activo de las nuevas líneas de trabajo y enfoques en las instalaciones nucleares. El objetivo de este segundo tipo de aproximación reguladora supone no sólo verificar la realización de una serie de hitos y proyectos, sino lograr el convencimiento de los titulares sobre las ventajas de integrar en sus procesos las consideraciones de los factores humanos y organizativos.

Con todo esto en mente, a finales de la década de los 90 el CSN lanzó una iniciativa en relación al tratamiento de los factores humanos y organizativos en las instalaciones nucleares españolas, solicitando formalmente el desarrollo en cada una de ellas de un Programa de Evaluación y Mejora de la Seguridad en Organización y Factores Humanos, y la creación de unidades organizativas dotadas de especialistas en esta materia.

A partir de ese punto, un intenso trabajo de desarrollo por parte de la industria nuclear española y de colaboración entre la industria y el CSN, mantenido durante va ya para más de



Cuadro 1.

quince años, apoyados por diversidad de especialistas, combinado con una buena dosis de colaboración en proyectos de I+D, enriquecido con notables iniciativas de desarrollo propias, aderezado con una pizca de puras actividades reguladoras, rehogado con saludables ejercicios de *benchmarking*, y todo ello, con más idas que venidas, cocinado a fuego más lento o más intenso, ha conducido a la situación a día de hoy.

Los Programas de Organización y Factores Humanos (OyFH) se han constituido en documentos de alto nivel en las respectivas organizaciones. Declaraciones estratégicas, de avance y de sostenibilidad, en las que se dibujan las grandes líneas de trabajo con las que los titulares persiguen mejorar la seguridad nuclear a través de la mejora de los factores humanos y organizativos, que se materializan a través de planes y proyectos de trabajo concretos.

Aun en el caso de no haberse desarrollado los programas de OyFH en las instalaciones nucleares españolas, la propia presión de la industria por actualizarse y los mecanismos de cooperación existentes entre las centrales nucleares a nivel internacional podrían haber derivado en la realización de muchas de las actuaciones que se han ido acometiendo a lo largo de los años. Y es posible que, programas o no en marcha, en las instalaciones nucleares españolas se hablase de las herramientas de prevención del error humano, o de *coaching* y presencia de mandos en planta; así como en su día y como respuesta a TMI se acometió la revisión de las salas de control desde el punto de vista de factores humanos, o se impulsó el análisis de experiencia operativa, entre otros temas.

Se aprecian no obstante indicios de la diferencia que, frente a la mera adaptación a las "recetas" que vienen de fuera, supone contar con un marco estructurado que integra y da coherencia a todas las actuaciones realizadas, con especialistas propios en el ámbito de los factores humanos y organizativos, con el soporte y reconocimiento de la organización, y con la sensibilidad y vocación de impulsar este ámbito en aras de la seguridad. La disponibilidad de especialistas que hablan un mismo lenguaje, capaces de recibir y procesar la información del estado del arte en la materia, de analizar y adaptar las técnicas a las condiciones de cada planta, y de llevar a cabo desarrollos propios que respondan a las situaciones y necesidades reales planteadas en las or-

ganizaciones, se puede considerar en sí mismo un gran valor añadido. De la misma forma que lo es la extensión de dichos conceptos y de su influencia en la seguridad al conjunto de la organización, idea que poco a poco ha ido calando en los individuos que la componen, por distintas vías, tanto la de receptores y usuarios, como la de actores y gestores.

Bajando al terreno de lo concreto, y sin perder la conciencia del camino que queda por recorrer y todos los frentes que quedan por encarar, es importante poner de manifiesto y destacar actuaciones desarrolladas en el ámbito de los programas de OyFH de las instalaciones nucleares españolas, como muestra del grado de madurez alcanzado en esta materia, así como de la capacidad de mejorar la seguridad desde estas disciplinas.

En el ámbito de los procesos de diseño, se va imponiendo entre las instalaciones nucleares españolas una nueva forma de afrontar los proyectos, en los que, junto a la dimensión técnica, se imbrica como un elemento imprescindible más la dimensión humana y organizativa, a través de la aplicación sistemática e integrada del conocimiento especializado en ingeniería de factores humanos. En esta perspectiva, los proyectos no comienzan con soluciones técnicas, sino con el planteamiento amplio de los objetivos buscados con el nuevo diseño, que contempla como una especificación básica más adaptar los sistemas a las características, capacidades y limitaciones del ser humano, conscientes de que no resulta creíble pedir al personal que interactúa con la instalación que haga las cosas de forma segura, si el diseño de las instalaciones no es adecuado o si ésta se encuentra en mal estado.

La orientación de los factores humanos y organizativos ha enriquecido la supervisión clásica de actividades importantes para la seguridad, de carácter meramente técnico, complementándola para incluir la observación de los comportamientos de los trabajadores, de todo tipo de especialidades y en todas sus fases. Así, la supervisión por la línea jerárquica se reorienta para dotarla de capacidad adicional de supervisión de comportamientos humanos, se desarrollan programas de supervisión orientada a la transmisión de las expectativas sobre actitudes y comportamientos, a la mejora de las prácticas de trabajo y a la mejora de aspectos organizativos. También los especialistas de OyFH participan en la observación de actividades, identificando con sus "gafas de

ver" y su perspectiva, aquello que no puede recogerse en una simple lista de chequeo. El análisis y realimentación revierten en las unidades a cargo de los trabajos observados, en los programas de formación de la instalación y en los propios programas de OyFH.

También se aprecian cambios en las instalaciones nucleares en el terreno del análisis de sucesos y experiencia operativa, reenfocados para dar cabida en los análisis y metodologías tradicionales, a la visión y aportación de los especialistas en OyFH. Las conclusiones de los análisis siguen asimismo nuevos caminos, adicionales a la clásica definición de acciones correctoras, para alimentar análisis de tendencias sobre factores humanos y organizativos que, a su vez, se utilizan en la propuesta y planificación de nuevas actividades; siendo objeto de interesantes iniciativas de divulgación y comunicación, y de aplicaciones diversas, tales como su inclusión en paquetes de trabajo como elemento de prevención de errores.

La necesidad de llevar a cabo una buena gestión de los cambios organizativos se ha sistematizado e integrado en la operativa habitual en la industria nuclear española, como forma de asegurar que no se introducen con el cambio disfunciones, ni en cuanto a la nueva estructura y el reparto de funciones en ella, ni en el proceso de transición a la nueva organización, que puedan tener implicaciones negativas en la seguridad.

El interés por la evaluación y mejora continua de la cultura de seguridad (concepto acuñado por el OIEA a raíz del accidente de Chernobyl) se benefició también del entramado creado en torno a los programas de OyFH. La disponibilidad de estructura y especialistas en OyFH en cada instalación y la disponibilidad (gracias a un proyecto de I+D desarrollado a finales de los noventa y primeros años del 2000, entre las centrales nucleares españolas, el Ciemat y el CSN) de una herramienta de evaluación organizativa, facilitó el desarrollo e implantación de los programas de Cultura de Seguridad en todas las instalaciones nucleares españolas.

Gran parte de las actuaciones realizadas en las instalaciones nucleares, finalizan en una etapa de verificación de la eficacia, en la que se comprueba la consecución del objetivo previsto, se identifican las desviaciones o efectos indeseados no previstos, que pueden así ser corregidos o mitigados. La necesidad de llevar a cabo esta verificación de la eficacia de los planes de mejora y la ausencia de metodologías estándar

para ello, ha llevado a las instalaciones a desarrollar sus propias herramientas sistemáticas de análisis, que se están perfeccionando con el tiempo y extendiendo, como muestra de la capacidad de los programas y los especialistas de OyFH para responder a nuevas necesidades y de la madurez alcanzada.

La relación de actividades emprendidas por las instalaciones nucleares en el campo de los factores humanos y organizativos no se limita a los ejemplos anteriores, ni supone un listado estático en el tiempo, ya que nuevas inquietudes y necesidades van dando lugar a nuevos desarrollos y actuaciones.

En definitiva, actualmente, todas las centrales nucleares españolas, así como la fábrica de combustible nuclear de Juzbado, cuentan con programas de evaluación y mejora de la seguridad en OyFH bien asentados (aunque aún persisten algunas diferencias en la madurez de los mismos entre unas y otras), impulsados y apoyados por la dirección, desarrollados por un grupo de dos o tres especialistas en cada instalación, en unidades organizativas recogidas en los Reglamentos de Funcionamiento. Se trata de programas desarrollados cada vez más en integrada colaboración con los especialistas de las otras disciplinas tecnológicas, soportados por apoyos externos, e integrados en buena parte de los procesos de la organización. Organizaciones, en ese sentido, que han pasado de ser reactivas en la mejora de los factores humanos y organizativos para la seguridad, actuando frecuentemente a demanda exclusiva del regulador, a ser organizaciones mucho más proactivas en estas disciplinas.

FUKUSHIMA, RETOS Y OPORTUNIDADES

En marzo de 2011, un terremoto y posterior *tsunami* en Japón provocaron daños graves en el núcleo de tres de las seis unidades de la central de Fukushima Dai-ichi, estremeciendo de nuevo a la comunidad científico-técnica y a la opinión pública mundial. Yotaro Hatamura, presidente de la Comisión de Investigación del Accidente creada por el Gobierno de Japón, dos años después de la presentación del informe, hacía la siguiente reflexión en la entrevista publicada en la revista *ALFA* del CSN (nº 23 de 2014):

“...decían que lo sucedido era imprevisible pero sólo querían ocultar su falta de planificación. Es necesario ser capaz de prever más allá de lo evidente. Por mucho que se piense

CONCLUSIONES DE LA COMISIÓN INDEPENDIENTE DE INVESTIGACIÓN DEL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA, PARLAMENTO DE JAPÓN

En el informe final de la Comisión Independiente de Investigación del accidente, constituida por el Parlamento de Japón, su presidente, Kiyoshi Kurokawa, hacía las siguientes afirmaciones:

“It was a profoundly manmade disaster – that could and should have been foreseen and prevented.”

“It (the report) examines serious deficiencies in the response to the accident by Tepco, regulators and the government.”

“For all the extensive detail it (the report) provides, what this report cannot fully convey – especially to a global audience – is the mindset that supported the negligence behind this disaster.”

“This conceit was reinforced by the collective mindset of Japanese bureaucracy, by which the first duty of any individual bureaucrat is to defend the interest of his organization. Carried to an extreme, this led bureaucrats to put organizational interests ahead of their paramount duty to protect public safety”.

“Only by grasping this mindset can one understand how Japan’s nuclear industry managed to avoid absorbing the critical lessons learned from Three Mile Island and Chernobyl.”

“The goal must be to learn from this disaster, and reflect deeply on its fundamental causes, in order to ensure that it is never repeated.”

Cuadro 2.

CAUSAS SUBYACENTES DEL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA, INFORME DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN DE LA “ATOMIC ENERGY SOCIETY OF JAPAN” (AESJ)

El informe final del Comité de Investigación de la AESJ, según expresó su presidente Naoto Sekimura en la conferencia impartida en el CSN el 15/1/2015, identifica cinco causas subyacentes al accidente:

“Lack of awareness on the roles & responsibilities by experts”

“Shortfalls in establishing safety measures & fostering safety awareness by utilities”

“Lack of safety awareness by the regulatory body”

“Inadequacies in attitude of learning from efforts and collaboration in the international community”

“Shortage of qualified personnel dedicated to ensuring safety and inadequacies in organization & management framework”

Cuadro 3.

en todas las circunstancias posibles, siempre habrá algo que no se puede prever y por eso todo plan debe incluir contingencias imprevistas.”

“...no basta con que la regulación sea más estricta. Son las personas las que tienen que ver y pensar por sí solas para ser conscientes de lo que están haciendo y trabajar con seguridad; si no, es posible que vuelvan a ocurrir accidentes de esta naturaleza.”

Estas consideraciones se repiten y refrendan con las conclusiones del resto de informes realizados en Japón en relación a este accidente, como las de la Comisión Independiente de Investigación constituida por el Parlamento de Japón (Cuadro 2), o las del Comité de Investigación de la AESJ (*Atomic Energy Society of Japan*) (Cuadro 3).

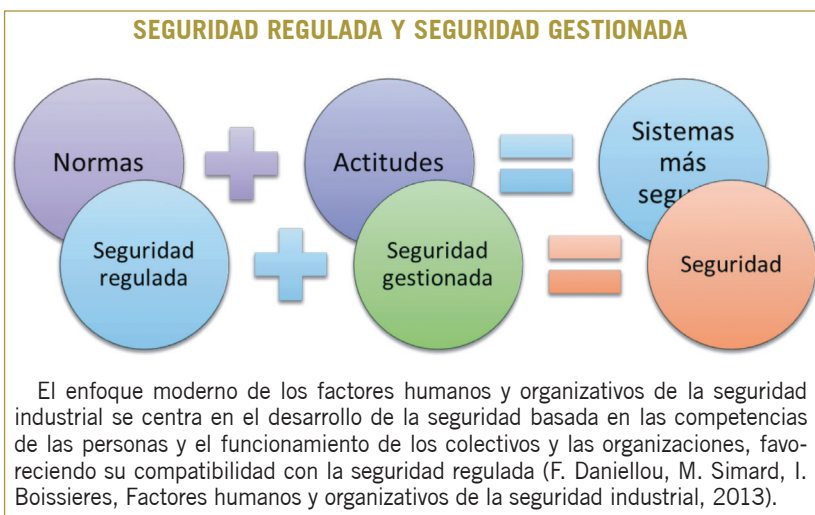
En este punto, cabe preguntarse, con la perspectiva de los quince años transcurridos desde el lanzamiento de los programas de organización y factores humanos en la industria nuclear española, y tras el accidente de Fukushima, en qué se ha beneficiado la seguridad nuclear del desarrollo de los mismos y qué potencialidad aportan para afrontar los retos derivados de Fukushima.

Afortunadamente este camino ha servido, entre otras cosas, para que, en la actualidad, el mito del “error humano” como explicación única, tranquilizadora, aceptable y satisfactoria de cualquier accidente haya dejado de ser defendible. La explicación nunca ha sido creíble en el ámbito científico-técnico, pero desde hace tiempo también dejó de ser defendible en el sector si no se quería rayar

en la ignorancia o en la tergiversación, pues, como ya decía el profesor de Yale, Charles Perrow, en su libro *Normal Accidents* en 1984, esta insistencia desmedida en el error humano es sospechosa de querer enmascarar el resto de los factores de la seguridad, especialmente las limitaciones de diseño, organizativas y de gestión.

Un segundo mito que, desafortunadamente, aún se viene utilizando con cierta frecuencia, intencionadamente o por desconocimiento, a modo de fusible o interruptor que despeja faltas, y con el que, pretendidamente, se busca persuadir de la inmunidad e integridad del propio sistema frente a las faltas o deficiencias que existen en otros sistemas (en este caso la industria nuclear japonesa, como en su día fue la soviética tras Chernobyl), es el de la cultura de seguridad. Después de quince años de trabajo en la industria nuclear española en los programas de organización y factores humanos, incluyendo los programas de cultura de seguridad, no puede servir de fusible, ni de anestésico, para el sector nuclear español (incluyendo la industria, el regulador y el gobierno), afirmar y relajarse mirando hacia otro lado argumentando que el único problema subyacente real del sector nuclear japonés era su falta de cultura de seguridad. Es de sobra conocido que para que un concepto se desacredite y pierda su utilidad basta con que no se utilice nunca por los expertos o con que se utilice para explicar todo, cualquier cosa, por los profanos.

Finalmente, un tercer mito, el de la supuesta dificultad para establecer la relación entre los factores organizativos y la seguridad. Fukushima ha puesto de manifiesto, como ya lo



hizo en su día TMI (y otros muchos accidentes y estudios), el impacto en la seguridad de las deficiencias en estos factores. Cualquiera de los tres informes sobre Fukushima mencionados en este artículo está cargado de hechos y circunstancias sobre deficiencias organizativas y de gestión, en la compañía eléctrica, en el regulador y en el gobierno, que explican la inadecuada prevención y gestión del accidente. Los hechos resultan dolorosos, pero incuestionables.

Descartados estos tres mitos como excusas para no afrontar los retos organizativos y de gestión derivados de Fukushima, actualmente el sector nuclear español se encuentra en una mejor situación de partida, si se compara con los años posteriores a TMI, como mínimo, en cuanto a capacidades, conocimientos y experiencia, dentro de las compañías eléctricas y explotadores de centrales nucleares para afrontar las lecciones de Fukus-

hima en temas de organización y gestión.

A pesar de ello, una vez más, los planes de mejora y respuesta derivados del accidente adolecen de una focalización hacia los niveles más bajos del sistema socio-técnico, hacia las mejoras tecnológicas. La conexión entre las causas subyacentes del accidente de Fukushima puestas de manifiesto por las diferentes comisiones de investigación y las acciones de mejora que se están implantando no es evidente para los niveles altos del sistema socio-técnico: la organización, la corporación, el regulador y el gobierno.

En este estadio de conocimiento y experiencia, y en un sector que se debe regir por los principios de autoexigencia crítica y de evitación de la auto-complacencia, sería inasumible que las actuaciones se limitasen al ámbito de la tecnología, convirtiendo al accidente de Fukushima, con el paso del tiempo, en otra oportunidad perdida.■