

Situación de la educación en el campo nuclear: redes de formación y papel de las universidades

E. Mínguez

En este trabajo se hace un repaso de las redes de formación que existen en Europa, América y Asia, el papel que tienen y como las universidades participan en colaboración con la industria.

In this work the education networks in nuclear engineering around Europe, American and Asia are presented, focusing in the main role of universities in collaboration with the nuclear industry.



EMILIO MÍNGUEZ TORRES es Catedrático de Tecnología Nuclear en el Departamento de Ingeniería Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Actualmente es Vicerrector de Gestión Académica y Profesorado de la UPM, y representa a dicha Universidad en la Asociación ENEN, de la que es además Chairman del Advanced Courses and Research Committee (ACRC)

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos que tiene la comunidad tecnológica internacional, y que debe resolver con la mayor urgencia, es la definición de las tecnologías que permitirán hacer frente a las necesidades energéticas de este siglo en línea con el desarrollo sostenible.

En este panorama energético, la energía nuclear tiene una contribución actual en la producción global de electricidad cercana al 16%, mediante la operación de más de 400 centrales nucleares en todo el mundo, con unos elevados factores de carga y de operación. Un porcentaje muy alto de estas centrales tienen todavía más de 20 años de operación por delante, y además en varios países se han abierto procesos para alargar la operación de las centrales hasta los 60 años, realidad que ya ha permitido la licencia a más de 50 centrales en Estados Unidos. Junto a este panorama presente hay que resaltar las construcciones de nuevas centrales, los proyectos de construcción en marcha para los próximos años, así como la investigación y desarrollo de centrales de la Generación IV.

El renacimiento de la energía nuclear en un elevado número de países es un hecho, lo cual significa que existe un creciente desarrollo tecnológico, y que durante los próximos años será necesario impulsar y disponer de recursos humanos altamente cualificados. En todos los países avanzados que están decididos a emplear la energía nuclear,

se van a necesitar, durante los próximos veinte años, profesionales con una elevada formación técnica y científica, capaces de efectuar el relevo generacional en todos los niveles de la industria nuclear, incluyendo a los profesores de los departamentos universitarios, a los investigadores de los centros de investigación y a los especialistas de los cuerpos técnicos de los organismos públicos relacionados con la industria y ciencias nucleares. Es decir, la demanda de nuevos profesionales altamente cualificados tenderá a crecer para hacer frente a la operación, mantenimiento y gestión de las centrales, así como de las instalaciones del ciclo del combustible, la gestión de los residuos y la investigación en el campo nuclear, en nuevos reactores de fisión y en la tecnología de la fusión. Adicionalmente, la demanda de técnicos y científicos es cada vez mayor en aplicaciones no energéticas de las ciencias nucleares, como: medicina, alimentación, industria, etc.

Las últimas dos décadas no se han caracterizado por unas buenas condiciones para la formación en el campo nuclear, ya que ante la carencia de planes claros de futuro, las nuevas generaciones de estudiantes se han diversificado en otras ramas de la industria como las TIC, la ingeniería civil, y otras. En este período de tiempo se ha observado una importante reducción en el número de alumnos interesados en las materias nucleares, tanto en Europa como en Estados Unidos. Varios estudios ratifican

estos hechos, como son: el informe de las universidades americanas realizado el año 1999 [1], el informe final del proyecto SOFRES sobre experiencia nuclear en Europa, del año 1999 [2], los estudios realizados por la NEA/ OCDE en los años 2001 [3] y 2004 [4], y los realizados por el OIEA, y la Comisión Europea [5].

En estos informes, se dedicó un especial tratamiento a la situación de la educación universitaria, fundamentalmente a la reducción y desaparición de programas de ingeniería nuclear, a la elevada edad media de los profesores, al cierre de instalaciones y reactores de investigación y a otros como el empleo de los nuevos titulados en la industria nuclear. Los resultados de estos trabajos hicieron meditar a todos los agentes implicados en la educación y entrenamiento en el sector nuclear y se propusieron acciones urgentes a tomar por todas las partes implicadas: gobiernos, industria, centros de investigación y la universidad.

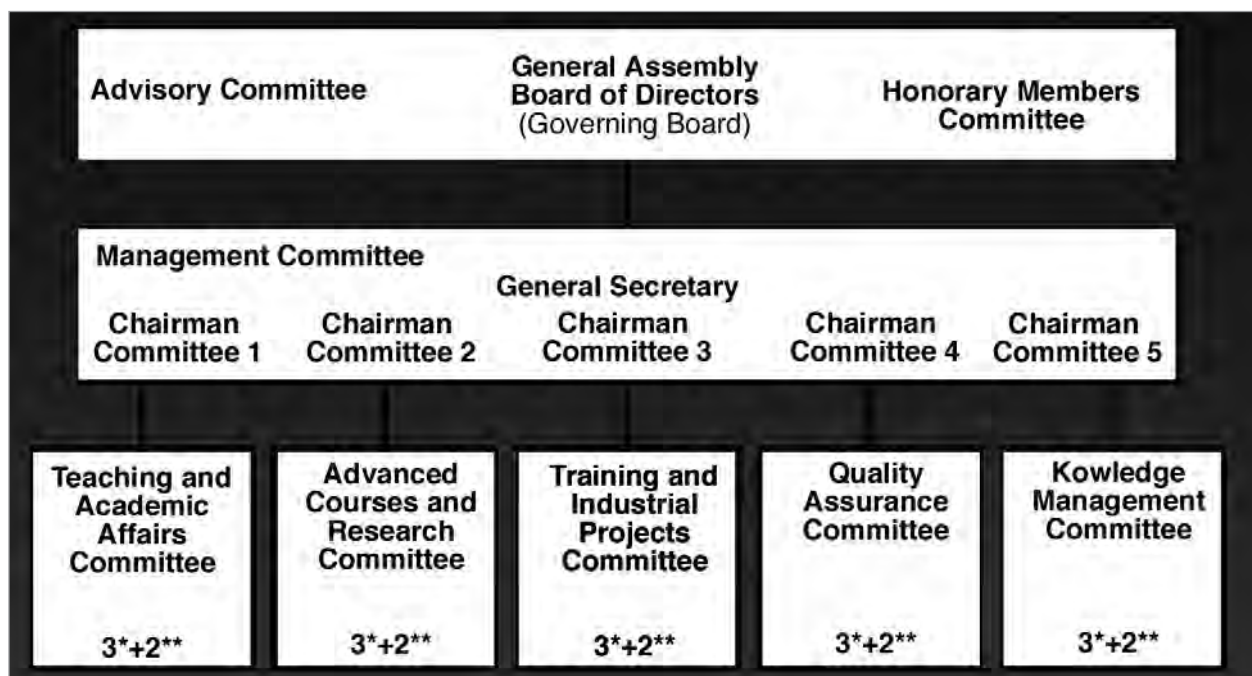


Figura 1: Estructura organizativa de la Asociación ENEN.

Desde los departamentos de las universidades españolas lo hemos estado propagando en diversos foros, como las reuniones de la SNE, sin un gran éxito. Ahora que parece que existe un renacimiento nuclear, es cuando parece que el tema de recursos humanos es vital, y como casi siempre hay que tomar medidas de urgencia, en las que es posible cometer errores.

Este breve trabajo pretende hacer una breve recopilación de algunas acciones que se han tomado en el mundo, para intensificar e incentivar la formación en el campo nuclear, realizadas en los últimos años, mediante la creación de redes formadas por universidades y centros de investigación, a las que se han unido de forma muy tibia empresas importantes del sector. Solo se citarán aquellas redes que tienen que ver con la formación universitaria, y no las relacionadas con cursos de formación o actividades corporativas de algunas empresas.

REDES EDUCATIVAS EN EL CAMPO NUCLEAR EN EUROPA

La Comisión Europea a través de su dirección general de la Energía, y en concreto la relacionada con Fisión Nuclear promovió el Área de Educación Superior en el campo nuclear, empleando argumentos de la propia Constitución Europea, como son los de la movilidad y diseminación del conocimiento. En la Agenda de Lisboa (2000) ya se puso de manifiesto que la Unión Europea debería llegar a ser la mayor economía competitiva basada en el conocimiento.

En esa línea, el sector industrial nuclear mueve abundantes recursos de trabajo y de capital, y siempre ha estado en generar conocimiento altamente competitivo, ya que ha dispuesto de personal con una elevada formación.

La plataforma europea en tecnología nuclear de fisión: Sustainable Nuclear Fission Technology Platform (SNF-TP), tiene entre sus objetivos a largo plazo el desarrollo de instalaciones que permitan avanzar en el Espacio Europeo de Investigación, mediante la creación de redes de excelencia, en las que participen las universidades y centros de investigación, con el fin de atraer a nuevas generaciones de ingenieros e investigadores, y poder contribuir al desarrollo sostenible de los sistemas nucleares. La plataforma SNF-TP ha creado un grupo de trabajo dedicado a la educación y entrenamiento en el campo nuclear y a la gestión del conocimiento. La coordinación de este grupo de trabajo la realiza la Asociación ENEN, que se describe a continuación.

Asociación ENEN (European Nuclear Education Network)

En el 50 Programa Marco, y a iniciativa de varias universidades europeas, entre las que se encontraba la UPM, y de centros de investigación como INSTN (CEA- Centro de Saclay) de Francia, y el SCK*CEA de Bélgica, se aprobó un programa que se bautizó con las siglas ENEN, que comenzó en el 2002 y duró 24 meses.

Como resultado de esta red, se decidió crear la Asociación ENEN (www.enen-

[assoc.org](http://www.enen-assoc.org)), formada inicialmente por los grupos que trabajaron en el proyecto. La firma se realizó el día 22 de septiembre de 2003, y desde sus comienzos, su misión básica consiste en preservar y desarrollar una educación y experiencia nucleares de alto nivel.

Desde su creación, ENEN ha realizado varias y diversas actividades, algunas de ellas a través de Acciones Coordinadas contratadas por la Comisión Europea en el 6o Programa Marco, en la que bajo el proyecto NEPTUNO se produjo la primera interacción entre ENEN y algunas empresas del sector, entre las que se encontraba TECNATOM, y cuyo fin fue la coordinación entre la educación procedente de las universidades y la formación continua o training realizada por empresas e instituciones. Actualmente se encuentra vigente otra Acción Coordinada bajo el nombre de ENEN-II, que pretende desarrollar experiencias piloto, no solo en el campo de la tecnología nuclear, sino en el de los residuos radiactivos y la protección radiactiva. Se ha aprobado un reciente proyecto en el 7o Programa Marco con el nombre de ENEN-III, que pretende incentivar los cursos de training en colaboración entre universidades y centros especializados en training.

Hoy en día ENEN consta de 45 miembros, de los cuales 38 son universidades, 6 son centros de investigación, y una compañía multinacional. La Asociación se ha posicionado en un alto nivel en el panorama formativo, y hoy en día es ya una referencia importante en el campo de la educación nuclear.

Sin embargo, todavía no se ha logrado una mejor y más intensa colaboración entre la academia y los empleadores. La atracción de los jóvenes mejor formados es una tarea en la que los empleadores se deben manifestar mucho más, acercarse a las universidades para que se conozcan las ofertas y perspectivas de trabajo de forma más abierta y diversa. En España, desde el sector nuclear no se tiene un concepto claro de lo que ENEN significa, y de las posibilidades que podrían surgir de existir una mayor colaboración universidad y empresa.

ENEN quiere también posicionarse en un plano internacional, teniendo en cuenta que el empleo es una tarea no solo local, sino que cada vez más sobrepasa las fronteras entre países y continentes, pudiéndose contratar a expertos formados en cualquier lugar. ENEN ha incorporado nuevos miembros de otros países y continentes, y cuando organiza cursos internacionales se han recibido estudiantes de Australia, Canadá, China, India y Sudáfrica, entre otros.

Esta red o Asociación se creó entre otros objetivos para:

- La creación de un Master en Ingeniería y Ciencias Nucleares (MSNE)
- Ofrecer una extensa propuesta de cursos avanzados a impartir en diversos lugares, para que accedan estudiantes que sigan los estudios de Doctorado.
- La promoción y ayudas para facilitar el intercambio de estudiantes en los programas nucleares de universidades de los países miembros, con el ánimo de atraer a los estudiantes más brillantes.
- La participación de profesores de distintas universidades en programas conjuntos, impartiendo cursos a nivel de Master o de Doctorado.
- La elaboración de unos requisitos y esquemas para el mutuo reconocimiento de créditos.

El Master que se ofrece, pretende ser un valor añadido a la formación de los ingenieros, permitiendo que la movilidad sea un factor importante a la hora de obtener el diploma del Master. Los alumnos que emplean cualquier sistema de movilidad, como el ERASMUS, que ha sido el que más ha permitido la integración entre los países de la Unión, pueden, mediante una planificación adecuada cursar en total 60 ECTS, tanto en su universidad de origen, o en una de la Asociación ENEN, y obtener el diploma en dicho Master. Solo existen dos requisitos: haber cursado 60 ECTS con asignaturas nucleares (1 año), y que de esos al menos 20 se cursen en otra universidad de la Asociación ENEN, en un país distinto al de origen. Esta estructura es absolutamente compatible con los programas de formación al hilo del acuerdo de Bolonia, y de los progra-

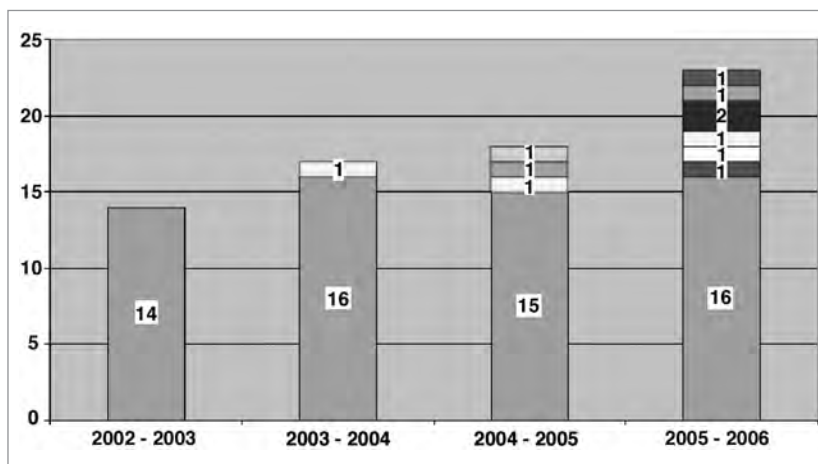


Figura 2: Evolución de alumnos en el Master BNEN.

mas que en cada Universidad existan, siendo absolutamente libre el poder acogerse a dicha Asociación.

En la figura 1 se puede ver la estructura organizativa de la Asociación ENEN, que consta de una Asamblea General, con un representante por cada institución, un Comité de Dirección, elegido por la Asamblea, un Secretario General, contratado por la Asociación, y unos Comités encargados de materializar los objetivos de la Asociación.

Desde el año 2005 y hasta el momento actual 21 alumnos han conseguido el Diploma de Master reconocido por ENEN, de los que 5 han sido españoles, procedentes de las Universidades Politécnica de Madrid y de Cataluña. Este número tenderá a crecer a medida que los representantes de ENEN le den una mayor difusión, y desde los programas impulsados por las Comisiones y la Asamblea General.

La UPM, la UPC, y la UNED son miembros efectivos de la Asociación, y trabajan y participan activamente en los órganos de gestión, así como en la organización de cursos en sus instalaciones.

Redes locales nacionales

En paralelo con ENEN, se han creado multitud de redes locales nacionales o consorcios entre universidades. De estas se destacan BNEN en Bélgica y NTEC en el Reino Unido, que tienen programas Master en Nuclear Science and Engineering.

BNEN (Belgium Nuclear higher Education Network), fue creada por 5 universidades belgas y por el centro de investigación SCK*CEN en Mol, en el año 2001, con el soporte de las autoridades, reguladores y la industria. El Master que proponen tiene 60 ECTS y lo imparten en inglés de forma conjunta entre todos los miembros, y ha tenido unos resultados importantes con

un creciente número de alumnos, como se puede ver en la figura 2, de los cuales la mayor parte son belgas, aunque se ha extendido y reciben alumnos de otras nacionalidades. (www.sckcen.be/bnen)

NTEC (Nuclear Technology Education Consortium) se creó a iniciativa de varias universidades y por instituciones encargadas de la educación de alto nivel. Organizan un Master orientado a disponer de expertos en el desmantelamiento de instalaciones nucleares, en la tecnología de reactores, en fusión y en medicina nuclear. Este Master está coordinado por el Dalton Nuclear Institute de la Universidad de Manchester. (www.ntec.ac.uk)

Aunque se han creado otros consorcios o grupos de redes entre universidades a nivel nacional, sin embargo estos dos citados son los que están ofertando Master impartidos conjuntamente por sus miembros.

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL OIEA

En el 2002, la Asamblea General del OIEA adoptó una nueva resolución sobre el Conocimiento Nuclear, haciendo especial hincapié en la Gestión del Conocimiento Nuclear. Como consecuencia el OIEA introdujo el Subprograma C3 sobre Gestión del Conocimiento Nuclear.

Durante los últimos años el OIEA ha estado trabajando con las universidades para establecer el futuro de la demanda de trabajo, así como la cantidad y la calidad de la educación nuclear. Las actividades del OIEA se enfocaron en el currículo, en las redes de universidades y en plataformas para la educación en el campo nuclear. Las redes sobre las que se proyecta el OIEA son la World Nuclear University (WNU) de la que es socio fundador, así como también lo es la UPM, y la Asian Network for

Education in Nuclear Technology (ANENT).

A través de WNU, el OIEA ha incentivado varias reuniones entre las que destaca entre otras la coordinación de WNU Summer Institute.

Posteriormente en diciembre de 2007 tuvo lugar una reunión técnica sobre "El papel de las universidades para mantener y gestionar el conocimiento nuclear", de cuyas discusiones y material presentado se realizó una publicación: "Status of and Good Practices in Nuclear Education". Este documento está en fase de revisión, después de una segunda reunión técnica, realizada en 2008, con el fin de tener un nuevo documento antes de final de año.

ANENT (Asian Network for Education in Nuclear Technology).
www.anent.org

Es una red que tiene por finalidad promocionar, gestionar y preservar el conocimiento nuclear para asegurar la disponibilidad de los recursos humanos en el campo nuclear en los países asiáticos que son miembros de la red, así como para intensificar la calidad de los recursos en tecnología nuclear. Son miembros de ANENT: Australia, China, India, Indonesia, Malasia, Mongolia, Pakistán, Corea, Sri Lanka, Tailandia, Filipinas y Vietnam.

Entre otras misiones, los objetivos principales se dirigen hacia el intercambio de estudiantes, profesores e investigadores, mantener un contenido curricular básico reconocido.

World Nuclear University (WNU).
www.world-nuclear-university.org

Esta es una asociación que nace por el mecenazgo de:

- World Nuclear Association (WNA) y de World Association of Nuclear Operators (WANO), y por
- Agencias nucleares intergubernamentales, como son fundamentalmente el OIEA y la NEA, y a la que se unen instituciones participantes relacionadas con la educación en 30 países, y que generalmente son universidades y centros de investigación.

Fue inaugurado en el año 2003 en Londres, en la ceremonia conmemorativa del 50 aniversario de Átomos para la Paz, y su objetivo fundamental es la creación de líderes en el campo nuclear mediante programas organizados por el WNU Coordinating Centre en Londres.

Una de las actividades que tiene una mayor visibilidad y éxito es el WNU Summer Institute que realiza un curso de entre 4 y 5 semanas y que hasta ahora se ha realizado en:

- Idaho Falls (USA) del 79 de julio al 20 de agosto de 2005.
- Suecia y Francia: 8 de julio al 29 de agosto de 2006.
- Daejeon (Corea): 14 de julio al 24 de agosto en 2007.
- Ontario (Canadá): 5 de julio al 15 de agosto en 2008.

En estas ediciones han participado hasta la fecha un total de unos 350 participantes de unos 50 países.

REDES DE FORMACIÓN EN AMÉRICA

UNENE (University Network of Excellence in Nuclear Engineering).
www.unene.ca

Como su logo indica es una alianza de universidades, empresas eléctricas con generación nuclear, agencias de investigación y organismos reguladores para el soporte y desarrollo de la educación nuclear, la investigación y la capacidad de desarrollo en universidades canadienses.

Su objetivo consiste en asegurar el suministro sostenible de ingenieros cualificados y de científicos que respondan a las necesidades de la industria canadiense en el campo nuclear.

NEDHO. (Nuclear Engineering Department Heads Organization)

Es una alianza formada por los Directores de los Departamentos de Ingeniería Nuclear en Norteamérica. Su objetivo es discutir en foros, coordinar y colaborar en programas académicos para los temas nucleares y de ingeniería radiológica. Los aspectos introducidos en NEDHO incorporan acreditación de programas académicos, soporte a estudiantes, soporte a la investigación y al entrenamiento en reactores de formación. Lo forman un total de 27 universidades, entre las que se encuentran: Idaho State University, MIT, Pensilvania State University, Purdue University, California-Berkeley, Florida, Illinois, Maryland, New Mexico, Tennessee-Knoxville y Wisconsin-Madison, entre otras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para todas las actividades relacionadas con la generación eléctrica nuclear, las industrias relacionadas con el sector nuclear y la investigación y desarrollo, y en las aplicaciones en ciencias nucleares, como la medicina, la instrumentación industrial y la agricultura y alimentación se necesitan recursos humanos con una alta cualificación y un alto nivel de conocimientos.

Para las próximas décadas se van a necesitar un elevado número de ingenieros y graduados y de expertos para:

- Operar y gestionar las instalaciones existentes.
- Construir nuevas instalaciones nucleares.
- Aspectos de innovación en I+D.
- Actividades de los organismos reguladores.

Para cubrir esta demanda, las instituciones que se deben encargar de esta formación de alto nivel son las universidades, que además deben trabajar en colaboración con la industria en temas relacionados con el entrenamiento, y con los centros de investigación en proyectos de investigación y desarrollo. Además para crear un clima favorable en la línea de la SNF-TP, los gobiernos deben jugar un importante papel, lanzando un mensaje favorable para que las nuevas generaciones contemplen un horizonte profesional en el campo nuclear, con garantías de continuidad.

En algunos países, como Estados Unidos, Francia, y a los que se unen cada vez más otros países europeos, existe una gran diferencia entre las necesidades de profesionales que se necesitan en la industria e investigación nucleares, y la oferta que pueden lograr con sus egresados las universidades. Para hacer frente a esta urgencia ya se han tomado medidas en muchos países, y se observa que se ha producido un incremento en el número de estudiantes que acceden a programas educativos de materias nucleares. También existe un importante apoyo de fondos públicos y privados, que ha permitido intensificar los programas y las ayudas para captar a los mejores estudiantes para el desarrollo de actividades en el renacimiento nuclear.

REFERENCIAS

- [1]. Manpower Supply and Demand in the Nuclear Industry. NEDHO (Nuclear Engineering Dept. Heads Organization), University of Michigan. 1999.
- [2]. Nuclear Expertise in Europe. Final Report, SOFRES, Paris, France, August 1999.
- [3]. Nuclear Education and Training: Cause of Concern? OECD/NEA, Paris, France, 2000. ISBN-92-64-18521-6
- [4]. Nuclear Competence Building, Summary Report. OECD/NEA 5588 (2004).
- [5]. How to Maintain Nuclear Competence in Europe: A reflection paper prepared by the CEE-Fission Working Group on Nuclear Education, Training and Competence, EUR 19787, Brussels 2001.■