

LA FORMACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

(Situación actual en España y líneas de evolución)

TRAINING IN RADIOLOGICAL PROTECTION

(Current Situation in Spain and Lines of Evolution)

M^a Luisa Marco. Responsable de formación en PR del CIEMAT. / *CIEMAT RP training director.*

Teresa Eudaldo. Presidente de la Comisión de Docencia de la SEFM. / *Chairman of the SEFM Educational Committee.*

Araceli Hernández. Profesora titular de Radiología y Medicina Física de la Facultad de Medicina de Zaragoza. / *Tenured Professor of Radiology and Medical Physics of the Zaragoza Medical School.*

Rafael Ruiz-Cruces. Profesor Titular de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Málaga. / *Tenured Professor of Radiology and Medical Physics of the University of Malaga.*

Fernando González. Jefe de la unidad de PR, Emergencias y Dosimetría de TECNATOM, S.A. / *Head of the TECNATOM, S.A. RP, Emergency and Dosimetry Unit.*

Eduardo Gallego. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid. / *Tenured Professor of the Department of Nuclear Engineering at Madrid's Polytechnic University.*

The Radiological Protection (RP) educational system in Spain is extensive and well defined. Two factors should be considered: on one hand, the need to guarantee basic training of a collective of workers exposed to ionizing radiation and the public when necessary; on the other hand, specialized activities in the areas of RP and safety should be developed. This paper thoroughly analyzes the situation of radiological protection training programs implemented in our country on a more or less regular basis.

As regards the sectors involved in implementation, this paper considers the areas of health, research, industry, the nuclear sector, and university programs related to the training of professionals from these areas.

INTRODUCTION

Education and training, together with research, are considered as one of the main mechanisms and the primary strategy for application of safety standards [1-3]. Specialized education in radiological protection (RP) is one of the main factors of the programs for optimizing and reducing exposure in the

El sistema educativo en Protección Radiológica (PR) en España es amplio y bien definido. Se pueden considerar dos vertientes, por un lado la necesidad de garantizar la formación básica de un colectivo de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes y del público cuando sea necesario; por otro lado, debe desarrollar actividades especializadas en temas de PR y seguridad. El trabajo analiza ampliamente la situación de los programas de formación en protección radiológica establecidos en nuestro país con carácter más o menos regular.

Desde el punto de vista de los sectores implicados en su implantación, se consideran en este trabajo los sectores del área de la salud, de la investigación, la industria, el sector nuclear y los programas universitarios relacionados con la formación de los profesionales pertenecientes a estos.

INTRODUCCIÓN

La educación y capacitación, unida sustancialmente a la investigación, se consideran uno de los principales mecanismos y la principal estrategia para la aplicación de las normas de seguridad

[1-3]. La educación especializada en protección radiológica (PR) es uno de los principales factores de los programas de optimización y reducción de la exposición en las diferentes prácticas. Desde el punto de vista de los sectores implicados en

su implantación se consideran en este trabajo los sectores del área de la salud, de la investigación, la industria, el sector nuclear y los programas universitarios relacionados con la formación de los profesionales pertenecientes a éstos.

Un programa de formación y educación en protección radiológica debe contemplar los siguientes objetivos:

- Mejorar la seguridad y la cualificación del colectivo de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.
- Abordar programas de formación especializados para todos los colectivos, los profesionales implicados, el público y los pacientes.
- Mejorar la capacidad y calidad del sistema de formación en PR.

Entorno Nacional: Antecedentes

Un programa de formación en PR (FPR) debe incluir la formación académica y la regulada: la inicial de clasificación como trabajador expuesto y la de capacitación. También incluirá la formación continua de perfeccionamiento, (refresco y de reciclaje), y la formación en el puesto de trabajo. En el área de la salud, la situación de los programas de FPR tiene especial relevancia, tanto desde el punto de vista de los programas académicos universitarios, como la de los profesionales implicados y la del público y pacientes.

En España, los programas de formación ocupacional se basan en certificaciones y licencias de carácter individual. Desde 1964 la normativa española contempla la necesidad de una formación especializada del personal científico y técnico y, desde 1972 están establecidas las bases de los requisitos de forma-

ción y capacitación profesional para el personal de operación de las instalaciones nucleares y radiactivas [3,5]. Los profesionales suelen complementar la formación académica con programas de PR homologados por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para obtener las licencias.

El sector eléctrico ha desarrollado una guía, CEX-37, donde se definen los requisitos mínimos de formación del trabajador sin licencia. Su contenido ha sido acordado en un grupo de trabajo constituido entre el CSN y la Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA) [4].

DESARROLLO

La formación en PR en el área de la salud se encuentra ampliamente reglada [2, 6]. La formación inicial y continuada para los distintos profesionales implicados en el uso de radiaciones ionizantes (RI) se recoge en disposiciones legales, referidas a su propia protección y a la del público que pudiera verse afectado por su trabajo así como a la de los pacientes a los que atienden [8]. Los requisitos sobre justificación de las prácticas médicas recomiendan la formación del personal sanitario en los programas de sus respectivas facultades o escuelas universitarias.

Sin embargo, un análisis de los programas de formación universitarios realizado a partir de los temarios de las asignaturas troncales, obligatorias y optativas del área de conocimiento de radiología y medicina física recoge la situación real de la docencia teórico-práctica en PR en las 27 facultades de medicina españolas. Los resultados (Tabla I) muestran la gran dispersión existente en la actualidad. Solo el 30% superan las

different practices. As regards the sectors involved in implementation, this paper considers the areas of health, research, industry, the nuclear sector, and university programs related to the training of professionals from these areas.

A radiological protection training and education program should set the following objectives:

- Improve the safety and qualification of the collective of workers exposed to ionizing radiation.
- Implement specialized training programs for all collectives, the professionals involved, the public and patients.
- Improve the capacity and quality of the RP training system.

National Scheme: Background

A RP training (RPT) program should include academic training and compulsory training: initial classification as an exposed worker and qualification. It should also include further continuous training (refresher courses and recycling) and on-the-job training. In the area of health, the situation of RPT programs is especially relevant, both from the standpoint of academic university programs and of the professionals involved, the public and patients.

In Spain, occupational training programs are based on individual certificates and licenses. Since 1964 Spanish regulations address the need for specialized training of scientific and technical personnel, and since 1972 the bases for occupational training and qualification requirements for operating personnel of nuclear and radioactive facilities have been established [3,5]. Professionals usually complement academic training with RP programs certified by the Nuclear Safety Commission (CSN) to obtain licenses.

The electric sector has developed a guideline, CEX-37, that defines the minimum training requirements for a unlicensed worker. Its contents were agreed on by a working group set up by the CSN and Spanish Electric Industry Association (UNESA) [4].

DEVELOPMENT

RP training in the area of health is extensively regulated [2, 6]. Initial and continuous training for the different professionals involved in the use of ionizing radiation (IR) is regulated in legal provisions related to their own protection and protection of the public that could be affected by their work, as well as the patients they care for [8]. The requirements concerning justification of medical practices recommend that health care personnel be trained in the programs of their respective university schools or faculties.

However, an analysis made of university training

programs, based on the curricula of core, compulsory and optional subjects in the area of radiology and medical physics, shows the actual situation of theoretical-practical teaching in RP in the 27 Spanish medical schools. The results (Table I) show the significant differences existing at present. Only 30% of them dedicate more than 30 hours to RPT in a medical degree. At the other extreme, six faculties do not devote any time to RP training in a medical degree.

Occupational training programs in the area of health include the following aspects:

- All people who begin to work in a hospital service where there is a risk of irradiation or contamination will previously receive training on these risks and the way to protect themselves; this is followed by continuous training [2].

- People who direct nuclear medicine or radiotherapy facilities or who handle radiation-emitting equipment or sources shall have licenses granted by the CSN or certificates in the case of radiodiagnosis. This training is normally acquired through CSN-certified training courses with well defined contents [3], or they are directly requested by specialists in nuclear medicine, radiodiagnosis, radiotherapeutic oncology, specialized technicians in these areas and health care technicians, or university graduates in nursing specialized in electrolgy and radiology for facilities used for diagnostic purposes [9].

Training of specialists in hospital radiophysics is based on EURATOM Directive 97/43 [6], which requires that all professionals involved in radiological practices receive suitable theoretical and practical training to be able to practice their profession. The Directive defines the figure of expert in medical physics, who is someone directly involved in therapeutic procedures in the areas of radiotherapy, nuclear medicine and radiodiagnosis. In Spain, professionals who work in medical physics in a hospital environment have been recognized since 1997 as having their own health care specialty. The training of these specialists is provided through the residency system in units certified for teaching by the Ministries of Health and of Education and Culture [10].

This specialty can be accessed with a university bachelor's degree in Physical Sciences, or with other higher university degrees in scientific and technological disciplines, after having passed some national screening tests. The resident follows a three-year training program, approved by the competent Ministries and proposed by the National Board of Hospital Radiophysics. The program abides by the recommendations of international organizations: EFOMP (European Federation of Organizations for Medical Physics) [12,13], or ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology). In matters of Radiological Protection, the regulations

Tabla I / Table I
Horas dedicadas a la PR en Facultades de Medicina Españolas (2004).
Hours Devoted to RP in Spanish Schools of Medicine (2004).

FACULTAD / SCHOOL	T	OB	OPT	TOTAL
Málaga	7	50	0	57
Murcia	7	0	45	52
Extremadura	4	45	0	49
Madrid, Complutense	4	0	45	49
Cádiz	2	0	45	47
Santiago de Compostela	1	0	45	46
La Laguna	3	0	30	33
Cantabria	2	30	0	32
Valladolid	15	0	0	15
Elche (Miguel Hernández)	4	0	6	10
Alcalá de Henares	0	0	6	6
Barcelona	0	0	5	5
Barcelona, Autónoma	0	0	5	5
Reus (Rovira i Virgili)	5	0	0	5
Salamanca	5	0	0	5
Córdoba	4	0	0	4
Granada	3	0	0	3
Sevilla	2	0	0	2
Zaragoza	2	0	0	2
Navarra	1	0	0	1
País Vasco	1	0	0	1
Castilla La Mancha, Las Palmas	0	0	0	0
Lérida, Oviedo, Valencia y UAM	0	0	0	0
TOTALES	72	80	232	429
%	16,8	18,6	64,6	100,00

T.- Asignatura Troncal. / Core Subject.

OB.- Asignatura Obligatoria en esa Facultad. / Compulsory Subject in this School.

OPT.- Asignatura Optativa. / Optional Subject.

30 horas dedicadas a la FPR dentro de la licenciatura de medicina. En el otro extremo, seis facultades no dedican ninguna hora a la docencia de la PR en la Licenciatura de Medicina.

Los programas de formación ocupacional en el área de la salud incluyen los siguientes aspectos:

- Todas las personas que inician su trabajo en un servicio hospitalario donde exista riesgo de irradiación o contaminación recibirán previamente una formación sobre dichos riesgos y la forma de protegerse, seguida de una formación continuada [2].

- Las personas que dirigen instalaciones de medicina nuclear o de radioterapia o las que mane-

jan equipos o fuentes emisoras de radiación dispondrán de licencias otorgadas por el CSN, o acreditaciones en el caso del radiodiagnóstico. Esta formación se adquiere habitualmente mediante cursos de adiestramiento homologados por el CSN, con contenidos bien definidos [3], o se solicitan directamente por los especialistas en medicina nuclear, radiodiagnóstico, oncología radioterápica, técnicos especialistas en esas materias y los técnicos sanitarios, o diplomados universitarios en enfermería especialistas en electrolgy y radiología para las instalaciones con fines diagnósticos [9].

La formación de los especialistas en radiofísica hospitalaria se basa en la Directiva 97/43

EURATOM [6], que establece que todos los profesionales implicados en las prácticas radiológicas tengan una formación teórica y práctica adecuada para poder desempeñar su profesión. La Directiva define la figura del experto en física médica, directamente implicado en los procedimientos terapéuticos de las áreas de radioterapia y medicina nuclear y radiodiagnóstico. En España, los profesionales dedicados a la física médica en el ámbito hospitalario tienen, desde 1997, el reconocimiento oficial como especialidad sanitaria propia. La formación de estos especialistas se realiza por el sistema de residencia en unidades acreditadas para la docencia por los Ministerios de Sanidad y Consumo y de Educación y Cultura [10].

Se puede acceder a la especialidad con el título universitario de licenciado en Ciencias Físicas, u otros títulos universitarios superiores en disciplinas científicas y tecnológicas, tras haber superado unas pruebas de selección de carácter nacional. El residente sigue un programa de formación de tres años, aprobado por los Ministerios con competencia y a propuesta de la Comisión Nacional de Radiofísica Hospitalaria. El programa se adapta a las recomendaciones de organizaciones internacionales, EFOMP (European Federation of Organizations for Medical Physics) [12,13], o ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology). En materia de protección radiológica, la normativa específica que el CSN supervisará los contenidos relativos a la PR, de modo que se correspondan con los previstos en la normativa.

La protección de los pacientes se aborda mediante la formación de los distintos grupos de

profesionales implicados en ella:

a) *Prescriptores de pruebas diagnósticas que hacen uso de RI*

b) *Personal implicado en el uso de RI (especialistas y técnicos en radiodiagnóstico, medicina nuclear y radioterapia)*. En los servicios de estas especialidades son necesarios programas de garantía de calidad encaminados a la PR del paciente.

c) *Los trabajadores de servicios de diagnósticos o radiología intervencionista* tendrán formación en PR adecuada a su nivel de responsabilidad. Además, los especialistas en radiodiagnóstico que realicen procedimientos intervencionistas requieren un segundo nivel de formación especializado.

d) *Otros profesionales que usan equipos de rayos X (traumatólogos, cirujanos, etc.)*

Formación continuada

La formación continuada en un hospital es una actividad necesaria que se realiza a través de cursos en distintas materias. Las sociedades científicas desempeñan un papel importante. Por ejemplo, a partir del año 2001, la Sociedad Española de Física Médica (SEFM) pone en marcha y acredita un programa de formación continuada de los profesionales (PFCP), para los especialistas en radiofísica [11], en la misma línea que otras sociedades europeas. Los beneficios de un PFCP son obvios [12, 13], dado que se trata de una especialidad en continua evolución tecnológica, y se convierte en una base fundamental para asegurar y mantener un alto grado de competencia profesional que garantice la calidad de los diagnósticos y tratamientos y consecuentemente la protección al paciente.

specify that the CSN will supervise RP-related contents so that they correspond to those specified in these regulations.

Patient protection is addressed through training of the different groups of professionals involved in this area:

a) Prescribers of diagnostic tests who make use of IR

b) Personnel involved in the use of IR (specialists and technician in radiodiagnosis, nuclear medicine and radiotherapy). Quality assurance programs targeted at patient RP are required in the services of these specialties.

c) Workers in surgical radiology or diagnostic services will receive training in RP suited to their level of responsibility. In addition, specialists in radiodiagnosis who perform surgical operations require a second level of specialized training.

d) Other professionals who use X-ray equipment (bone specialists, surgeons, etc.)

Continuous Training

Continuous training in a hospital is a necessary activity that is provided through courses in different subjects. Scientific associations play an important role. For example, from 2001, the Spanish Association of Medical Physics (SEFM) has been providing and certifying a continuous occupational training program (PFCP) for specialists in radiophysics [11], in line with other European associations. The benefits of a PFCP are obvious [12, 13], as this is a specialty in continuous technological evolution, and it is a fundamental basis for ensuring and maintaining a high degree of professional competence that guarantees the quality of diagnoses and treatments and, consequently, patient protection.

Radiological Protection Training in the Industrial, Research and Nuclear Areas.

Training of professionals from these sectors is currently of an occupational nature; however, some university programs include some RP-related subjects, and research centers such as CIEMAT play an important role in specialized RP training programs and in researcher training.

Pre-graduate education is mostly provided in industrial and mining engineering schools, and the second cycle includes subjects with RP-related contents, especially in those related to nuclear energy technology. The scope of the subjects is uneven; in general, few hours are included specifically on RP, and these are usually complemented with basic training acquired in other subjects. It is significant that the new study plans allot more time for these subjects but, at the same time, as these are optional subjects, the number of students is gradually decreasing. In

Spain, advanced teaching in Nuclear Engineering is provided in the Polytechnic Universities of Madrid (UPM), Catalonia (UPC), Valencia (UPV) and the Basque Country (EHU).

Some universities give optional courses in the subjects of radiation detection and measurement. All of these include courses in nuclear technology, to a greater or lesser extent, and radiation applications. Specific contents on RP, such as dosimetry or shielding calculations, are also given as part of these subjects. In the UPM, the EHU and the UPC, RP is specifically mentioned in the degrees for some subjects, either separately or together with nuclear safety. As a whole, engineers majoring in nuclear energy from these four universities receive between 4 and 8 RP-related training credits. All departments have laboratories in which students complete their practical and experimental training during the second cycle.

The third cycle may include subjects such as environmental radiological impact, radioactive waste management and radiation detection, which expand on aspects of interest to RP.

Of the science schools, the schools of physics are the ones that pay the most attention to nuclear physics and radiation studies, although there is no uniformity in terms of subject content and scope. In general, basic topics concerning the nature, source and types of radiation, its interaction with matter and the techniques for detecting and measuring it are covered in detail. Other more specific aspects of RP are not always discussed. In the second cycle, subjects on radiation physics, radiation detection and measurement and environmental radioactivity are included. These courses average between 4 and 9 credits.

In the third cycle, there are ten science departments with laboratories that form part of the network of environmental radioactivity metering stations, which allows for training of a large number of students. Some schools offer doctorate courses on RP.

In recent years, R&D centers such as CIEMAT have taken pains to encourage the transfer of know-how and capabilities developed in current research projects. The CIEMAT's Institute of Energy Studies (IEE) has had a training program specializing in RP-related subjects since 1964. Occupational training is provided at five levels (Table II), from the most basic levels up to the advanced training required for qualification of an RP expert [5,15]. The IEE has played an important role not only in training exposed workers, but also in continuous training and above all in specialized training.

As for research activity, the universities and CIEMAT have research projects underway on different RP-related issues in which young researchers are trained.

As regards **occupational training in the nuclear sector**, the Spanish nuclear power plants

La formación en protección radiológica en el área industrial, de investigación y nuclear.

Actualmente, la formación de los profesionales de estos sectores es una formación de carácter ocupacional, sin embargo algunos programas universitarios incorporan algunas materias relacionadas con la PR y centros de investigación como el CIEMAT juegan un papel importante en programas especializados de formación en PR y en la formación de investigadores.

La enseñanza de pre-grado se realiza en su mayor parte en las escuelas de ingeniería industrial y de minas, incluyen en el segundo ciclo asignaturas con contenidos relacionado con PR, especialmente en aquellas relacionadas con la tecnología energética nuclear. El alcance de las materias impartidas es desigual, en general se incluyen pocas horas específicamente de PR, que suelen complementarse con formación básica adquirida en otras asignaturas. Es significativo que los nuevos planes de estudio disponen de más tiempo para estas materias, a la vez que, siendo estas materias optativas, el número de alumnos decrece paulatinamente. En España, imparten docencia avanzada en Ingeniería Nuclear la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), de Cataluña (UPC), de Valencia (UPV), y del País Vasco (EHU).

Algunas universidades imparten como optativas asignaturas sobre detección y medida de las radiaciones. En todas ellas, figuran asignaturas de tecnología nuclear, con mayor o menor extensión, y de aplicaciones de las radiaciones. Contenidos específicos sobre PR, como dosimetría o cálculo de blindajes, se imparten como parte de ellas. En la UPM, la EHU y la UPC, la PR aparece explícitamente citada en los títu-

los de algunas asignaturas, aislada o unida a la seguridad nuclear. En conjunto, los ingenieros especialistas en energía nuclear de estas cuatro universidades reciben entre 4 y 8 créditos de formación relacionada con la PR. Todos los departamentos disponen de laboratorios en los que los estudiantes complementan su formación práctica y experimental durante el segundo ciclo.

En el tercer ciclo se pueden encontrar asignaturas sobre impacto radiológico ambiental, la gestión de residuos radiactivos y la detección de radiaciones, en las que se amplían aspectos de interés en PR.

Entre las facultades de ciencias, son las de físicas las que mayor interés prestan a los estudios sobre física nuclear y de las radiaciones, aunque no existe homogeneidad en cuanto a contenido y alcance de las materias. En general, se cubren de manera muy detallada las materias básicas sobre naturaleza, origen y tipos de radiaciones, su interacción con la materia, y las técnicas para su detección y medida. Otros aspectos más específicos de la PR no siempre se tratan. En el segundo ciclo, se incluyen asignaturas sobre física de las radiaciones, detección y medida de las radiaciones y radiactividad ambiental. La extensión media de estos cursos se sitúa entre 4 y 9 créditos.

En el tercer ciclo, hay diez facultades de ciencias con laboratorios integrados en la red de estaciones de medida de la radiactividad ambiental, lo que posibilita la formación de un número importante de estudiantes. Algunas facultades ofrecen cursos de doctorado sobre PR.

En los últimos años, centros de I+D como el CIEMAT han puesto mucho empeño en favorecer la transferencia de conocimientos y capacidades desarrollados en los

Tabla II / Table II
Programa de formación y entrenamiento en PR.
RP Training and Educational Program.

	NIVEL / LEVEL		FORMACIÓN INICIAL requerida INITIAL TRAINING required		FORMACIÓN ESPECÍFICA SPECIFIC TRAINING
			Educación básica Basic Education	Experiencia profesional Professional Experience	
Sector NUCLEAR NUCLEAR Sector	Supervisor/licencia <i>Supervisor/license</i>		Licenciado en ciencias o ingeniería o DU. <i>Bachelor's degree in sciences or engineering or DU.</i>	3 años/years	12 meses curso de formación específica + examen <i>12-month specific training course + exam</i>
	Operadores/licencia <i>Operators/license</i>		Diplomado Universitario <i>University Diploma</i>	2 años/years	1 año en curso de formación + examen <i>1 year in training course + exam</i>
	Responsable PR <i>RP Officer</i>		Licenciado Univ. <i>Bachelor's Degree</i>	3 años/years	300 h. formación específica + examen <i>300 h. specific training + exam</i>
	Técnicos de PR <i>RP Technicians</i>		Educación profesional <i>Professional Educ.</i>	6 meses/months	Curso de 40 h. + examen <i>40 h. course + exam</i>
Sector NO NUCLEAR NON NUCLEAR Sector	Operador (licencia) <i>Operator (license)</i>		Educ. profesional <i>Professional Educ.</i>		Curso de 30-45 h. + EX <i>30-45 h. Course + EX</i>
	Supervisor (licencia) <i>Supervisor (license)</i>		Graduado universitario <i>University graduate</i>		Curso de 35-55 h. + EX <i>35-55 h. Course + EX</i>
	S. de protección <i>Protection S.</i>	Instalación radiactiva <i>Radioactive Installation</i>	Licenciado en Ciencias <i>Bachelor's degree in Sciences</i>	3 años/years	Form. específica 300 h. curso o equivalente <i>Spec. training 300 h. course or equivalent</i>
		Rayos X <i>X-Rays</i>	Licenciado en Ciencias <i>Bachelor's degree in Sciences</i>	6 meses/months	300 h: curso o equivalente. Examen <i>300 h: course or equivalent. Exam.</i>

proyectos de investigación en curso. El Instituto de Estudios de la Energía (IEE) del CIEMAT dispone de un programa de formación especializada en temas relacionados con la PR desde el año 1964. Se imparte formación ocupacional en cinco niveles (Tabla II), desde los niveles más básicos, hasta la formación superior necesaria para la cualificación del experto cualificado en PR [5,15]. El IEE ha tenido un importante papel no sólo en la formación de los trabajadores expuestos, sino también en la formación continua y sobre todo en la de carácter especializado.

En cuanto a la actividad investigadora, las universidades y el CIEMAT tienen en marcha proyectos de investigación sobre diversos temas relacionados con la PR en los que se forman jóvenes investigadores.

Respecto a la **formación ocupacional en el sector nuclear**, las centrales nucleares españolas han diseñado sus planes de formación cumpliendo la normativa al respecto. Los perfiles formativos se diseñan utilizando metodologías tipo SAT (Systematic Approach to Training) [18,19], consistente en el análisis del puesto de trabajo y de las tareas (job and task análisis) o directamente en el análisis de las funciones asociadas al puesto. De esta forma, se definen los conocimientos, habilidades y actitudes que deben adquirir los aspirantes al puesto. El proceso se valida mediante paneles de expertos. A continuación se desarrollan los planes de formación identificando claramente los entornos de aprendizaje. En la tabla III se muestran los principales

have designed their training plans in accordance with the pertinent regulations. Training profiles are designed by using SAT (Systematic Approach to Training) type methodologies [18,19], consisting of a job and task analysis or a direct analysis of the job-associated functions. In this way, the knowledge, skills and attitudes that should be acquired by job candidates are defined. The process is validated by panels of experts. Training plans are then developed by clearly identifying the training environments. Table III shows the main training profiles identified and the time devoted to the specific contents on radiological protection as an area included in the training plans for each job post.

After initial training, the worker receives continuous training in RP, the purpose of which is not only to maintain the knowledge and skills acquired in initial training, but also to update the knowledge and analyze the plant's own and outside operating experiences. Some jobs, due to their radiological implications, require specific training on mock-ups (Figure 1).

The recent use of tele-training (Figure 2) is making it possible to tailor programs to the learning needs and pace of each student, and also make

Tabla III / Table III
Dedicación promedia a la formación en PR en los planes de formación
de la industria nuclear española.
Average Time Devoted to RP Training in the Training Plans of the Spanish Nuclear Industry.

PUESTO/PERFIL FORMATIVO JOB / TRAINING PROFILE		REFERENCIA REFERENCE	FORMACIÓN INICIAL INITIAL TRAINING	FORMACIÓN CONTINUA CONTINUOUS TRAINING
PERSONAL EXPLOTACIÓN OPERATING PERSONNEL	JEFES Y MANDOS DIRECTORS & OFFICERS	CEX-37 [4]	1-2 semanas 1-2 weeks	1 día cada 1-2 años 1 day every 1-2 years
	MANDOS INTERMEDIOS MIDDLE MANAGERS		1 semana 1 week	1 día cada 1-2 años 1 day every 1-2 years
	RESTO TRABAJADORES OTHER WORKERS		1 semana 1 week	1 día cada 1-2 años 1 day every 1-2 years
SERVICIO PROTECCIÓN RADIOLÓGICA RADIOLOGICAL PROTECTION SERVICE	JEFE SERVICIO (experto) SERVICE CHIEF (expert)	IS-06 [16]	Curso de 300 horas + formación en la instalación 3 años de experiencia 300-hour course + training in facility 3 years of experience	Cursos especializados Specialized courses
	TÉCNICOS PR (mandos interm.) RP TECHNICIANS (middle managers)	IS-06 [16], CEX-37 [4]	6 meses 6 months	Cursos especializados Specialized courses
	MONITORES (técnicos expertos) MONITORS (expert technicians)		400 H (OJT incluido) 400 h (OJT included)	3-5 días cada año 3-5 days every year
LICENCIAS OPERACIÓN OPERATING LICENSES	OPERADOR REACTOR REACTOR OPERATOR	GUÍA 1.1 DEL CSN [17]	De 2 a 3 semanas From 2 to 3 weeks	1 día cada 1-2 años 1 day every 1-2 years
	SUPERVISOR SUPERVISOR		De 2 a 4 semanas From 2 to 4 weeks	1 día cada 1-2 años 1 day every 1-2 years
CONTRATISTAS (TRABAJADORES EXTERNOS) CONTRACTORS (OUTSIDE WORKERS)	CONTRATISTAS (permanentes) CONTRACTORS (permanent)	IS-6 [16]	Básica: 6,5 H Específica: 4.5 h Basic: 6.5 H Specific: 4.5 h	Misma que personal CCNN Same as NPP personnel
	CONTRATISTAS (puntuales) CONTRACTORS (one-time)			Básica: cada 2 años Específica: 4.5 h / año Basic: every 2 years Specific: 4.5 h / year

these training programs more flexible. The application of Virtual Reality techniques helps to reduce worker doses, as tasks are executed in virtual environments without radiation levels.

CONCLUSIONS

Education, training, instruction and experience are important aspects of safety in the different facilities where radiation sources are manipulated. The ultimate goal of this training is to prevent radiological risks, and it is directly linked to the "safety culture".

In Spain, there are numerous educational programs in the different sectors, although continuous

perfiles formativos identificados y la dedicación a los contenidos específicos en protección radiológica como área incluida en los planes de formación de cada puesto.

Tras la formación inicial, el trabajador recibe formación continuada en PR, cuyo objetivo no sólo es el mantenimiento de los conocimientos y habilidades adquiridos en la formación inicial, también la actualización de los conocimientos y el análisis de la

experiencia operativa propia y externa. Algunos trabajos, debido a sus implicaciones radiológicas, requieren entrenamientos específicos en maquetas (Figura 1).

El reciente uso de la teleformación (Figura 2) está permitiendo, tanto adaptar los programas a las necesidades y ritmo de aprendizaje de cada alumno, como también flexibilizar la impartición de estos programas de entrenamiento. La aplicación de técnicas de

Realidad Virtual permite la reducción de dosis de los trabajadores mediante la ejecución de las tareas en entornos virtuales sin niveles de radiación.

CONCLUSIONES

La educación, formación, entrenamiento y experiencia son aspectos importantes en la seguridad de las diferentes instalaciones donde se manipulan fuentes de radiación. El fin último de esta formación es la prevención del riesgo radiológico y engrana directamente con la "cultura de seguridad".

En España existen numerosos programas educativos en los distintos sectores, aunque se debe promover la formación continuada de los profesionales para mantener un óptimo nivel de competencia, y ello debe ser tarea principal de las sociedades profesionales.

La formación de los futuros médicos presenta gran dispersión, tanto en horas dedicadas a la FPR, como de la obligatoriedad o no de estos conocimientos. Existe necesidad de criterios comunes en el temario docente. Para ello, se requiere aunar los criterios de formación y armonizar la docencia en las Facultades de Medicina.

La formación en PR en los hospitales ha mejorado mucho en los últimos años y a ello ha contribuido la amplia normativa existente. La formación de los profesionales implicados en las exposiciones médicas debe incrementarse para garantizar una correcta protección del paciente frente a los riesgos derivados de estas exposiciones.

Los planes de formación de los trabajadores de centrales nucleares están bien definidos y se diseñan en función de las necesidades requeridas, mediante el

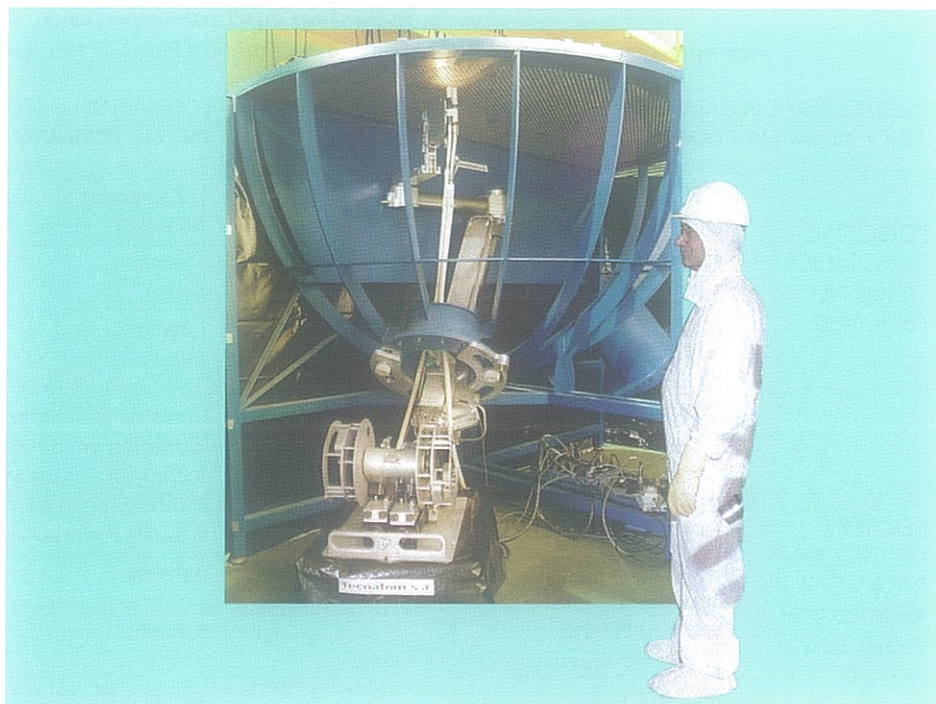


Figura 1. Entrenamiento en maquetas, como parte de la formación continuada en PR.

Figure 1. Training on Mock-Ups, as Part of Continuous Training in RP.

uso de metodologías específicas de análisis, diseño, desarrollo, implantación y evaluación de los planes de formación.

REFERENCIAS

1. Directiva 96/29/ BSS for the protection of health of workers and the general public against the dangers arising from ionisation radiation.
2. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado; 27284-27393; 2001.
3. Real Decreto 1836/1999; sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. Boletín Oficial del Estado; 46463-46481; 1999.
4. Guía de cualificación, formación, entrenamiento y experiencia para personal sin licencia de centrales nucleares. UNESA CEX-37 Rev.8. UNESA, Septiembre 1998.
5. GSG-05.12- Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas, Guía de seguridad CSN.
6. Directiva 97/43 EURATOM relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas. Diario

training of professionals should be encouraged to maintain an optimum level of expertise. This should be one of the primary tasks of professional associations.

The training of future doctors differs widely, both in terms of hours devoted to RPT and the compulsion of these skills. There is a need for common criteria in teaching curricula. Therefore, training criteria must be unified and teaching in Schools of Medicine harmonized.

RP training in hospitals has improved greatly in recent years, in part because of the extensive existing regulations. Training of professionals involved in medical exposures should be increased to guarantee proper patient protection against the risks caused by these exposures.

Training plans for nuclear power plant workers are well defined and are designed on the basis of required needs by using specific methodologies for analysis, design, development, implementation and evaluation of training plans.

REFERENCES

1. Directive 96/29/ BSS for the protection of health of workers and the general public against the dangers arising from ionization radiation.
2. Royal Decree 783/2001 dated July 6, on health protection against ionizing radiation. Boletín Oficial del Estado; 27284-27393; 2001.

3. Royal Decree 1836/1999; on Nuclear and Radioactive Facilities. Boletín Oficial del Estado; 46463-46481; 1999.

4. Guideline to qualification, training, instruction and experience for unlicensed nuclear power plant personnel. UNESA CEX-37 Rev.8. UNESA, September 1998.

5. GSG-05.12- Homologation of training courses for radioactive facility supervisors and operators, CSN Safety Guideline.

6. Directive 97/43 EURATOM regarding health protection against the risks arising from ionizing radiation in medical exposures. Official Bulletin of European Communities 180:22-27; 1997.

7. Royal Decree 1891/1991; Installation and use of X-ray equipment for purposes of medical diagnosis; 1991.

8. Royal Decree 815/2001 dated July 13, on justification of the use of ionizing radiation for radiological protection of people on occasion of medical exposures. Boletín Oficial del Estado; 13626-13631; 2001.

9. CSN Resolution dated November 5, 1992, which establishes homologation rules for courses or programs that provide qualification for managing and operating X-ray installations for diagnostic purposes. CSN-1992.

10. Royal Decree 220/1997 dated February 14, which creates and regulates the obtainment of the official title of Specialist in Hospital Radiophysics. BOE no. 52 dated March 1, 1999.

11. SEFM, Programa de Formación Continuada de los Profesionales (FCP) Especialistas en Radiofísica Hospitalaria. Revista de Física Médica 1(1):119-123; 2000; and Revista de Física Médica 4(2):137-138; 2004.

12. EFOMP, Policy Statement no. 8: Continuing Professional Development for the Medical Physicist. Physica Medica XIV:81-83; 1998.

13. EFOMP, Policy Statement no. 10: Recommended guidelines of National Schemes for Continuing Professional Development of Medical Physicists. Physica Medica XVII:97-101; 2001.

14. Royal Decree 413/1997 dated March 21, regarding operational protection of outside workers at risk of exposure to ionizing radiation by working in controlled zones. Boletín Oficial del Estado; 11957-11959; 1997.

15. Consejo de Seguridad Nuclear Instrucción dated November 6, 2002, number IS-03, on qualifications to obtain recognition as an expert in protection against ionizing radiation. Boletín Oficial del Estado; 43264-43270; 2002.

16. Consejo de Seguridad Nuclear Instrucción number IS-06 dated June 2, 2002, which defines the training programs in basic radiological protection and those specific to outside workers. Boletín Oficial del Estado; 21626-21630; 2002.

17. Qualifications for obtaining and using nuclear power plant Operating Personnel Licenses. Safety Guideline no. 1.1. Consejo de Seguridad Nuclear CSN. Madrid, March 1986.

18. Nuclear power plant personnel training and its evaluation. Technical Reports Series No. International Atomic Energy Agency IAEA. Vienna; 1996.

Analysis phase of systematic approach to training (SAT) for nuclear plant personnel. IAEA-TEDOC-1170. International Atomic Energy Agency IAEA; August 2000.

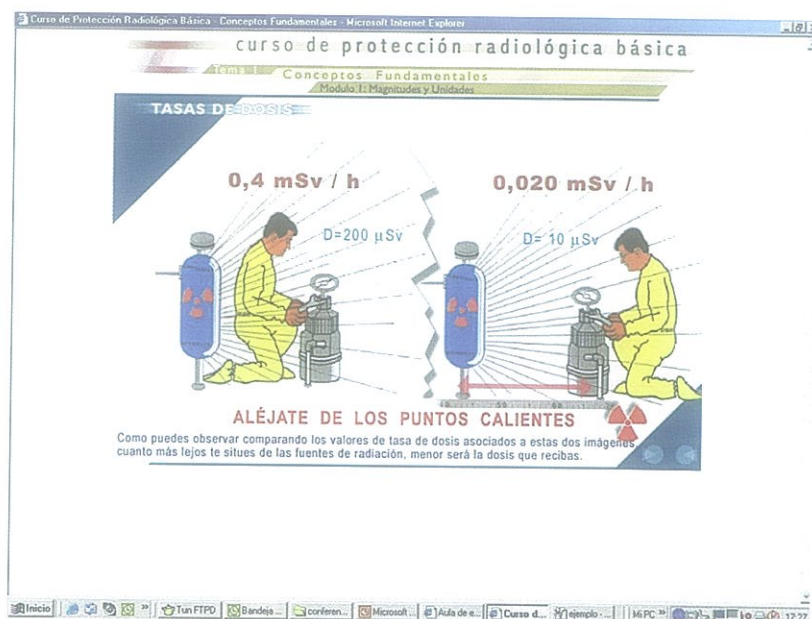


Figura 2. Uso de teleinformación en el área de protección radiológica.

Figure 2. Use of Tele-Information in the Area of Radiological Protection.

Oficial de Comunidades Europeas 180:22-27; 1997.

7. Real Decreto 1891/1991; Instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico; 1991.

8. Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. Boletín Oficial del Estado; 13626-13631; 2001.

9. Resolución del 5 de noviembre de 1992, del CSN, por la que se establece las normas de homologación de cursos o programas que habiliten para la dirección y operación de las instalaciones de rayos X con fines diagnósticos. CSN-1992.

10. Real Decreto 220/1997 de 14 de Febrero por el que se crea y regula la obtención del título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria. BOE nº 52 de 1 de Marzo de 1999.

11. SEFM, Programa de Formación Continuada de los Profesionales (FCP) Especialistas en Radiofísica Hospitalaria. Revista de Física Médica 1(1):119-123; 2000; y Revista de Física Médica 4(2):137-138; 2004.

12. EFOMP, Policy Statement nº 8: Continuing Professional Development for the Medical Physicist. Physica Medica XIV:81-83; 1998.

13. EFOMP, Policy Statement nº 10: Recommended guidelines of National Schemes for Continuing Professional Development of Medical Physicists.

Physica Medica XVII:97-101; 2001.

14. Real Decreto 413/1997 de 21 de marzo sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. Boletín Oficial del Estado; 11957-11959; 1997.

15. Instrucción de 6 de noviembre de 2002, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-03, sobre cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado; 43264-43270; 2002.

16. Instrucción número IS-06 de 2 de junio de 2002, del Consejo de Seguridad Nuclear, número, por la que se definen los programas de formación en materia de protección radiológica básico y específicos de los trabajadores externos. Boletín Oficial del Estado; 21626-21630; 2002.

17. Cualificaciones para la obtención y uso de Licencias de Personal de Operación de centrales nucleares. Guía de Seguridad nº 1.1. Consejo de Seguridad Nuclear CSN. Madrid, marzo de 1986.

18. Nuclear power plant personnel training and its evaluation. Technical Reports Series No. International Atomic Energy Agency IAEA. Vienna; 1996.

19. Analysis phase of systematic approach to training (SAT) for nuclear plant personnel. IAEA-TEDOC-1170. International Atomic Energy Agency IAEA; Agosto 2000.