

RADIOPROTECCIÓN

LA REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Nº 84 • ENERO 2016

edición digital



“La protección radiológica no sólo es una cuestión para la ciencia. Es un problema de filosofía, moralidad e incluso de sabiduría”.

L.S. Taylor. 1956.

- ▶ EL PRINCIPIO DE JUSTIFICACIÓN COMO HUMANIZACIÓN DEL SENTIDO COMÚN. UN ACERCAMIENTO A LA ÉTICA DE LAS INDICACIONES MÉDICAS CON RADIACIONES IONIZANTES
- ▶ ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN LA UNIDAD DE DOSIMETRÍA AMBIENTAL Y PERSONAL DEL SERVICIO DE RADIOPROTECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL
- ▶ REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA NECESARIOS PARA LA INTRODUCCIÓN DEL GA-68 EN UN SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR

ENTREVISTA:

Juan Carlos Lentijo

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DEL DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD NUCLEAR DEL OIEA



IRPA 14

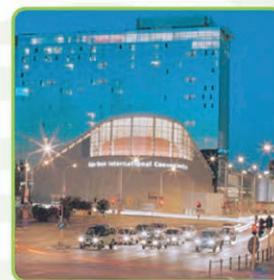
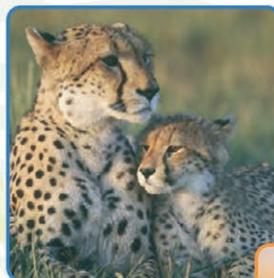
50 years

9 - 13 May 2016

PRACTISING RADIATION PROTECTION
sharing the experience | new challenges

www.irpa2016capetown.org.za

14th International Congress of the
International Radiation Protection Association



Más
Información

EXHIBITION PROSPECTUS

Cape Town International Convention Centre, South Africa

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Directora

Cristina Correa

Coordinador

Juan Carlos Mora

Comité de Redacción

Pablo Belinchón

Estela García

Rosa Gilarranz

Santiago Miquelez

Alegría Montoro

Juan Francisco Navarro

Matilde Pelegrí

José Ribera

Beatriz Robles

Pedro Ruiz

Inmaculada Sierra

María Luisa Tormo

M^o Angeles Trillo

Coordinación de la página web

Eduardo Gallego

Carlos Puras

Comité Científico

Presidenta: Beatriz Robles

José Miguel Fernández

Xavier Ortega

Teresa Ortiz

Eduardo Sollet

Alejandro Úbeda

Coordinación de la sección "Pregunta a la SEPR"

Leopoldo Arranz

María Luisa Tormo

Realización, Publicidad y Edición:

SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: Matilde Pelegrí

Capitán Haya, 56. 7º D - 28020 Madrid

Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77

Correo electrónico: redaccionpr@gruposenda.es

Depósito Legal: M-17158-1993 ISSN: 1133-1747

La revista de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA es una publicación técnica y plural que puede coincidir con las opiniones de los que en ella colaboran, aunque no las comparta necesariamente.



EDICIÓN Enero 2016

Revista digital disponible en: <http://www.sepr.es>

Disponible sólo para socios los números del año actual, los números anteriores disponibles para el público en general.

Síguenos en:



RADIOPROTECCIÓN se publica con una frecuencia trimestral.

Indexada: Latindex

S U M A R I O

- **Editorial** 4
- **Entrevista** 5
Juan Carlos LENTILLO
Director general adjunto del Departamento de Seguridad Nuclear del OIEA
- **Colaboraciones** 12
 - El principio de justificación como humanización del sentido común. Un acercamiento a la ética de las indicaciones médicas con radiaciones ionizantes
L. Arranz 12
 - Estudio estadístico de la actividad desarrollada en la Unidad de Dosimetría Ambiental y Personal del Servicio de Radioprotección del Centro Nacional de Sanidad Ambiental
C. Ruiz Gimeno, J. Moracho, L. Sánchez, C. Ballesteros, P. Medina y J. Castro 17
 - Requisitos de protección radiológica necesarios para la introducción del Ga-68 en un Servicio de Medicina Nuclear
G. Campayo, B. Ibáñez-Roselló, D. Reinado y G. Verdú 22
- **IRPA** 29
- **Noticias** 31
 - de la SEPR 31
 - de España 34
 - del Mundo 35
- **Proyectos I+D** 38
- **Publicaciones** 40
- **Convocatorias y Cursos** 42
- **Índice artículos 2014-2015** 49

La SEPR permite la reproducción en otros medios de los resúmenes de los artículos publicados en RADIOPROTECCIÓN, siempre que se cite al principio del texto del resumen reproducido su procedencia y se adjunte un enlace a la portada del sitio web www.sepr.es, así como también el nombre del autor y la fecha de publicación. Queda prohibida cualquier reproducción o copia, distribución o publicación, de cualquier clase del contenido de la información publicada en la revista sin autorización previa y por escrito de la SEPR. La reproducción, copia, distribución, transformación, puesta a disposición del público, y cualquier otra actividad que se pueda realizar con la información contenida en la revista, así como con su diseño y la selección y forma de presentación de los materiales incluidos en la misma cualquiera que fuera su finalidad y el medio utilizado para ello, sin la autorización expresa de la SEPR o de su legítimo autor, quedan prohibidos.

Editorial

La Revista de la Sociedad Española de Protección Radiológica incluye artículos (en español) científicos originales, de revisión y monográficos, entrevistas, secciones de información y noticias relacionadas con el campo de la Protección Radiológica a nivel nacional e internacional, incluyendo radiaciones ionizantes así como no ionizantes. Contempla aquellos campos relacionados con la investigación, con el desarrollo de nuevas estrategias y tecnologías diseñadas para la protección radiológica en el campo médico, medioambiental e industrial. Las líneas de investigación incluidas son: dosimetría física, radioecología, radiactividad ambiental, efectos biológicos de la radiación ionizante *in vitro* e *in vivo*, protección del paciente y trabajador expuesto.

El equipo de redacción de **RADIOPROTECCIÓN** y la Junta Directiva iniciamos el año 2016 con muchas ganas de impulsar los objetivos e ideas de nuestro Plan estratégico 2015-2019 y de conseguir satisfacer las expectativas de nuestros socios.

En la entrevista de este número, tenemos el honor de contar con la participación de Juan Carlos Lentijo, director general adjunto y responsable del Departamento de Seguridad Nuclear del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA). Juan Carlos comparte con nosotros sus principales responsabilidades en el OIEA y las del Departamento que dirige. También, destaca las estrategias acordadas en la Conferencia General del OIEA de septiembre de 2015 que determinarán el futuro de la seguridad nuclear en el mundo. Termina su intervención identificando cinco aspectos principales de mejora de la protección radiológica en los que recomienda continuar trabajando en el futuro. En nombre de la SEPR quiero agradecerle su disponibilidad, para colaborar una vez más con nosotros y para ilustrarnos sobre las últimas tendencias y preocupaciones en el ámbito de la seguridad nuclear y la protección radiológica. También se presenta en este número la conferencia invitada sobre el principio de

justificación en las aplicaciones sanitarias de las radiaciones ionizantes, que Leopoldo Arranz impartió en el Congreso conjunto SEFM-SEPR de junio de 2015 y que fue premiada por los asistentes. Leopoldo Arranz reflexiona sobre el principio de justificación como humanización del sentido común y acercamiento a la ética de las indicaciones médicas con radiaciones ionizantes. El siguiente artículo ha sido elaborado por el equipo de la Unidad de Dosimetría Ambiental y Personal del Servicio de Radioprotección del Centro Nacional de Sanidad Ambiental, perteneciente al Instituto de Salud Carlos III. Nos presenta un resumen sobre la actividad desarrollada durante los últimos 22 años y la evolución de las necesidades de los usuarios así como de los niveles de dosis equivalente personal registrados. El último artículo introduce los requisitos en protección radiológica asociados al uso del Ga-68. Los autores del Servicio de Protección Radiológica del Hospital Universitari i Politènic La Fe y del Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universitat Politècnica de Valencia repasan las características físicas de esta nueva aplicación en medicina nuclear y analizan el riesgo de exposición de los trabajadores asociado a esta nueva técnica.

Como es habitual en estas fechas, adelantamos en este número, una versión preliminar del programa de actividades para este año. Está previsto completar próximamente el programa inicial incorporando las preferencias manifestadas por los socios en la reciente encuesta de satisfacción. Resulta muy gratificante poder contar con esta colaboración y queremos ser merecedores de su confianza incrementando el número de actividades y facilitando la participación.

Para acabar quiero recordar que este mes de mayo se celebra en Ciudad del Cabo el Congreso Internacional de IRPA. Es una ocasión única para compartir con colegas de todo el mundo nuestros trabajos, nuestras buenas prácticas y también nuestras inquietudes. Los organizadores están preparando con mucho esmero el programa científico y social del evento puesto que se celebra el 50 aniversario de la Asociación.

Precisamente, en este número de **RADIOPROTECCIÓN** inauguramos una sección nueva dedicada a la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA) a la que todos los socios de la SEPR pertenecen.

MERCÉ GINJAUME
Presidenta de la SEPR



Secretaría Técnica

C/ Capitán Haya, 56 - 7º D
28020 Madrid
Tel.: 91 373 47 50
Fax: 91 316 91 77
Correo electrónico: secretaria@sepr.es

Junta Directiva

Presidenta: Mercè Ginjaume
Vicepresidente: Borja Bravo
Secretaría General: Sofía Luque
Tesorera: Elena Alcaide
Vocales: Amparo García, Antonio Gil,
Carlos Prieto, Ana María Romero,
Francisco Javier Rosales y Waldo
Sanjuanbenito

Comisión de Actividades Científicas

Presidente: Borja Bravo
Secretaría: Sofía Luque
Vocales: Julio Almansa, Pío Carmena,
Cristina Correa, Carlos Enriquez, Eduardo
Gallego, Antonio Gil, Margarita Herranz,
Alegria Montoro, Juan Carlos Mora,
Teresa Navarro, Carmen Rueda, Pedro
Ruiz, Alejandro Úbeda y Esteban Velasco

Comisión de Publicaciones

Presidenta: Sofía Luque
Secretaría: Cristina Correa
Vocales: Eduardo Gallego, Carlos Puras,
Beatriz Robles y Pedro Ruiz

Comisión de Asuntos Económicos

Presidenta: Elena Alcaide
Secretaría: Borja Bravo
Vocales: Pío Carmena, Eduardo Gallego y
Alejandro Úbeda

Comisión de Asuntos Institucionales

Presidenta: Mercè Ginjaume
Secretaría: Borja Bravo
Vocales: Leopoldo Arranz, David Cancio,
Pedro Carboneras, Pío Carmena, Marisa
España, Manuel Fernández, Eduardo
Gallego, José Gutiérrez, Xavier Ortega,
Juanjo Peña, Lucila Ramos, Rafael Ruiz
Cruces Y Eduardo Sollet



JUAN CARLOS LENTIJO

Director general adjunto del Departamento de Seguridad Nuclear del OIEA



JUAN CARLOS LENTIJO

15 de mayo de 1959. Pedrosa del Rey, Valladolid.

Ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (1982). Juan Carlos Lentijo acumula más de 33 años de experiencia profesional en diversas disciplinas relacionadas con la energía nuclear. Comenzó su actividad en 1982 en Empresarios Agrupados, en proyectos de centrales nucleares, y en 1984 ingresó en el Consejo de Seguridad Nuclear, donde prestó servicio en varios puestos, el último de los cuales como director técnico de Protección Radiológica entre 2003 y 2012. En junio de 2012 ingresa en el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), en Viena, como director de la División de Ciclo de Combustible Nuclear y Tecnología de Residuos y, desde el 1 octubre de 2015, es director general adjunto y responsable del Departamento de Seguridad Nuclear de este Organismo.

UN NOMBRAMIENTO DESTACADO

Ha sido nombrado recientemente director general adjunto del Departamento de Seguridad Nuclear del Organismo de Viena.

¿Cuáles son las principales responsabilidades que asume en su nuevo cargo?

Efectivamente, se trata de uno de los directores generales adjuntos del OIEA, en este caso concreto responsable del Departamento de Seguridad Nuclear. Como tal, asumo la dirección de la organización encargada de gestionar

los programas del Organismo para la promoción de la seguridad nuclear tecnológica y física.

Como sabe, el término en español "seguridad" se refiere indistintamente a los términos *safety* y *security* del inglés, y para matizar la materia concreta a la que se aplica debemos complementarlo con apellidos de cualificación. Con ello quiero decir que el Departamento de Seguridad Nuclear tiene encargados los programas de seguridad nuclear tecnológica (*safety*), que se centran en la prevención y gestión de accidentes en todo tipo de instalaciones y activi-

dades nucleares y radiactivas, y los programas de seguridad nuclear física (*security*), en este caso referidos a la prevención y gestión de actos deliberados contra estas instalaciones y actividades. Una ventaja de tener una única palabra en español aplicable a los dos ámbitos es que, cuando hablamos de "seguridad nuclear" en general, nos referimos indistintamente a ambos conceptos.

Por lo tanto, el Departamento se encarga de la seguridad nuclear aplicable a todo tipo de instalaciones y actividades nucleares, incluyendo las centrales nucleares y las instalaciones del ciclo de

combustible, los reactores de investigación, los residuos radiactivos y el transporte de materiales nucleares y radiactivos; y obviamente también cubre todo tipo de instalaciones y actividades en las que se utilizan las técnicas nucleares y las radiaciones ionizantes para fines distintos a la producción de energía eléctrica; lo que en España se conoce como instalaciones radiactivas.

Para promover y desarrollar estos programas, el Departamento dispone de una importante asignación financiera del denominado "Presupuesto Ordinario" del Organismo, así como una extensa contribución extrapresupuestaria a la que de forma muy generosa contribuyen diversos Estados miembros. Por otro lado, el Departamento tiene asignado un numeroso y competente equipo humano.

Un elemento importante que quiero destacar es que, al cubrir la seguridad de todo tipo de actividades y usos de las técnicas nucleares y en general de las radiaciones ionizantes, este Departamento presta servicio a toda la comunidad de Estados miembros del OIEA, que en la actualidad se cifra en 167.

¿Qué ha significado, desde el punto de vista personal, este nombramiento?

En realidad el nombramiento no ha supuesto un cambio personal muy importante, pues desde hace tres años y

medio que ya venía prestando servicio en el OIEA, en el que me integré a mediados de 2012 como director de la División de Combustible Nuclear y Tecnología de Residuos, en el Departamento de Energía Nuclear. Por lo tanto, ya venía residiendo en Viena desde entonces. Quizás sí pueda decir que el nuevo nombramiento no sólo ha supuesto un aumento de la responsabilidad profesional, sino también un notable incremento en los aspectos sociales y de representación que debo atender, y ello en relación con toda la comunidad de Estados miembros del Organismo, lo que indudablemente tiene un impacto en mi vida personal cotidiana.

¿Y desde la perspectiva profesional?

No cabe duda de que este nombramiento supone un crecimiento en mi carrera profesional, que prácticamente he dedicado en su totalidad a la seguridad nuclear y casi siempre en el sector público. Indudablemente el director general adjunto de Seguridad Nuclear del OIEA está en la primera línea mundial de la seguridad nuclear y, por tanto, siento mucha satisfacción por ello, pero también mucha responsabilidad. Como en cualquier otro puesto que he desempeñado hasta ahora, me planteo dedicarle todo el tiempo y el empeño personales que sean necesarios, ya que lo afronto con una enorme ilusión.

Debo confesar que, aunque se trata de un reto muy importante en mi carrera profesional, me siento privilegiado de servir en una institución pública internacional y particularmente en un puesto desde el que se presta asistencia a una comunidad de 167 países con muy diferentes niveles de desarrollo.

También me siento orgulloso del equipo humano que me rodea. Siempre he tenido una gran fortuna con los equipos con los que he trabajado, tanto ahora como en mi puesto anterior en el Organismo y, desde luego, en mi etapa en el CSN. A todos ellos agradezco su apoyo, dedicación y profesionalidad. También quiero destacar sus valores personales.

En su opinión, ¿este nombramiento reafirma el papel de España dentro del Organismo?

Pienso que sí. Sin ánimo de parecer inmodesto, diría que todos los nombramientos tienen una parte de reconocimiento personal y también del entorno en el que nos formamos y crecemos profesionalmente. En mi caso, es obvio que ese entorno ha sido el sector de la seguridad nuclear en España, y más particularmente el servicio prestado en el CSN. Así que, efectivamente, el buen papel que España viene jugando en el ámbito de la seguridad nuclear y su contribución a los proyectos del OIEA son de alguna forma reconocidos con este nombramiento. Pero dicho esto, también hay que decir que hay otros muchos ámbitos en los que el sector de la seguridad nuclear español tiene un claro reconocimiento internacional y una buena proyección en el OIEA. Un buen termómetro de este reconocimiento es, por ejemplo, la participación activa de las instituciones y empresas españolas en los principales grupos y plataformas internacionales relacionadas con la seguridad nuclear.



Fukushima Decommissioning. Photo Credit: Susanna Loof / IAEA



EL OIEA Y LA PR

El Organismo de Viena es, sin duda, el referente en materia de protección y seguridad nuclear. El pasado mes de septiembre tuvo lugar la Conferencia General del Organismo, que marca cada año las líneas de trabajo.

¿Qué aspectos destaca de esta Asamblea?

En lo referente a la seguridad nuclear tecnológica, lo más destacado de la Conferencia General de este año fue sin duda la presentación de los resultados del Plan de Acción de Seguridad Nuclear y del informe del OIEA sobre el accidente de Fukushima Daiichi. Éste tuvo un protagonismo destacadísimo en la Conferencia, tanto por lo que se refiere al inmenso interés que despertó su presentación, como por el reflejo que tuvo en las resoluciones de la Conferencia, que marcarán el futuro de los programas de seguridad nuclear tecnológica del Organismo y de sus Estados miembros.

En cuanto a la seguridad nuclear física, la Conferencia General del pasado septiembre también fue muy activa, particularmente en el seguimiento del Plan de Acción de Seguridad Física del OIEA y sobre todo como un anticipo y preparación de los importantes eventos previstos para el año 2016 en esta materia, entre los que destacan la cumbre de Washington, la conferencia de reguladores de seguridad nuclear física prevista en Madrid y, sobre todo, la conferencia ministerial internacional que organizará el OIEA en diciembre de ese año.

¿Cuáles son las principales actuaciones?, ¿tendrán alguna influencia en el sector español?

En la parte de seguridad nuclear tecnológica, lo más destacado será la preparación de la estrategia del Organismo en este ámbito, que de acuerdo con las resoluciones mencionadas deberá

fundamentarse en las lecciones y observaciones descritas en el informe del OIEA sobre el accidente de Fukushima Daiichi y en los resultados del Plan de Acción de Seguridad Nuclear, así como la declaración de Viena de febrero de 2015. Esta estrategia determinará el futuro de la seguridad nuclear tecnológica en el mundo, a lo que España no será ajena.

Mi visión es que ahora estamos en un nuevo momento, que se inicia después de más de cuatro años del accidente de Fukushima Daiichi. Podríamos decir que, tras el accidente, se ha cubierto una etapa necesaria, caracterizada por la intensa reacción de los países y del OIEA y otras organizaciones internacionales para reforzar la seguridad nuclear de las instalaciones. Ahora estamos iniciando una etapa diferente, heredera de la anterior, en la que el principal objetivo será consolidar de forma sostenible el marco de seguridad nuclear reforzada. Yo creo que la sostenibilidad del modelo debe apoyarse no sólo en la implantación de las mejoras específicas que ya se han identificado, sino sobre todo en promover que las organizaciones responsables (titulares y reguladores) jueguen un papel activo en la mejora continua de la seguridad nuclear, y esto obviamente tiene una relación directa con una buena implantación del principio de cultura de seguridad.

Por lo que se refiere a la seguridad nuclear física, los eventos previstos para 2016, que antes he mencionado, determinarán el modelo futuro del sistema global de seguridad nuclear física y profundizarán en el papel central que le corresponde al OIEA en la coordinación de los esfuerzos internacionales en esta materia.

La protección radiológica y, en general, las diferentes aplicaciones de las radiaciones ionizantes, tienen un papel cada vez más destacado en las actividades del Organismo.

¿Se debe ello al creciente papel de los países emergentes en el equilibrio internacional del OIEA?

No cabe duda del papel incentivador que los países emergentes juegan en lo referente a las aplicaciones de las radiaciones ionizantes y en la necesidad de incorporar de forma pragmática el sistema de protección radiológica. Sin embargo, yo pienso que el impulso de las actividades relacionadas con la protección radiológica y de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes está sostenido por el conjunto de los Estados miembros del Organismo. Por supuesto, hay que tener en cuenta que existen matices e intereses diferentes de los diversos países, todos ellos legítimos, desde aquellos que están en una primera etapa en la introducción de aplicaciones básicas y, por lo tanto, con una fuerte necesidad de capacitación, a aquellos otros que ya disponen de un parque de aplicaciones muy maduro y que pretenden optimizar y asegurar que opera en condiciones óptimas de seguridad radiológica, incluyendo no solo de las personas sino también del medio ambiente.

¿Qué papel puede representar España, como buen concededor de las distintas aplicaciones, en la ayuda a estos países?

España está en el grupo de países con una amplia experiencia en la utilización de las radiaciones ionizantes en todos los sectores, como la medicina, la industria o la educación e investigación. Además cuenta con un modelo de seguridad radiológica muy contrastado y con un enorme reconocimiento en el ámbito internacional, lo que le sitúa en un lugar privilegiado para colaborar con otros países que mantienen planes para desarrollar sus aplicaciones radiológicas de una forma efectiva y respetuosa con la protección de las personas y del medioambiente.

Por otro lado, es obvio que el contexto natural de relaciones de España es Europa, de la que forma parte, y por lo tanto participa activamente en todas las instituciones europeas relacionadas con la materia. Ahora bien, se debe destacar también la contribución que España viene prestando al desarrollo de las aplicaciones radiológicas en otras regiones del mundo, particularmente en el norte de África y, sobre todo, en Iberoamérica, donde ya existen mecanismos de colaboración, muchos de ellos con la participación e intermediación del OIEA. Como ejemplos de esta actividad, quiero mencionar el Foro de Reguladores Iberoamericanos, que acumula una amplísima experiencia de colaboración e intercambio entre los países que lo componen, o el acuerdo entre el OIEA y el Consejo General de Colegios Oficiales de Médicos y Fundación de los Colegios para la Cooperación Internacional (CGCOM), que tuve el privilegio de firmar en representación del Organismo durante la visita del director general del OIEA, Yukiya Amano, a España a finales de octubre pasado.

¿Cómo puede potenciar nuestro país su experiencia en actividades como el desmantelamiento de centrales?

También aquí podemos decir que España ha adquirido una buena experiencia en el desmantelamiento de centrales nucleares y de otras instalaciones del ciclo de combustible y emplazamientos mineros, y de los reactores de investigación. Resulta claro que, considerando el envejecimiento del parque de instalaciones y también las decisiones que han adoptado algunos países para el abandono futuro de la energía nuclear para producción eléctrica, hay una previsión de crecimiento importante del sector del desmantelamiento para los próximos años, particularmente en Europa. Una característica importante de

esta actividad está ligada a la necesidad de asegurar que la vida de las instalaciones nucleares termina con respeto a la seguridad y al medio ambiente. Las instituciones y empresas españolas

Como saben, el OIEA ha enviado diversas misiones internacionales a Japón para revisar el desmantelamiento de la central nuclear accidentada, que se realiza de acuerdo con la denomina-



Presentation of IAEA Report. Photo Credit: Giovanni Verlini / IAEA

relacionadas con esta actividad y con la necesaria gestión de los residuos radiactivos tienen una buena experiencia práctica y también un buen prestigio en el contexto internacional, lo que debe facilitar su participación en proyectos de desmantelamiento y remediación ambiental en otros países, como ya ha ocurrido en algunos casos.

LA EXPERIENCIA DE FUKUSHIMA

Usted ha participado en diferentes misiones del OIEA para el seguimiento de las consecuencias radiológicas del accidente ocurrido en la central japonesa de Fukushima, como consecuencia del tsunami sufrido por ese país en marzo de 2011.

Desde el punto de vista radiológico, ¿cuál es la situación actual de la central?

da "Hoja de ruta hacia el desmantelamiento de la central nuclear Fukushima Daiichi". Concretamente, en febrero de 2015, el OIEA envió una nueva misión de revisión técnica del proyecto y de su implantación, que nuevamente tuvo el privilegio de dirigir. El informe de dicha misión, que está publicado en la página web del Organismo, presenta una descripción detallada de la situación del emplazamiento accidentado y del avance del proyecto de desmantelamiento. Por otro lado, TEPCO y el Ministerio de Energía, Comercio e Industria de Japón publican regularmente información sobre el avance del proyecto. Además, el OIEA publica trimestralmente un resumen de las principales actividades en el emplazamiento de Fukushima Daiichi, suministrado por las autoridades japonesas, y una valoración independiente elaborada por el



Third IAEA Mission Team. Photo Credit: Susanna Loof / IAEA

propio Organismo. Déjenme remitirles a todos estos informes publicados, donde pueden encontrar información actualizada del estado del emplazamiento de Fukushima Daiichi y de su desmantelamiento. También pueden encontrar información de interés sobre el desmantelamiento de la central en el informe sobre el accidente de Fukushima Daiichi recientemente publicado por el OIEA, en especial en su volumen 5.

En todo caso, son muchos los aspectos relacionados con la protección radiológica. El proyecto de desmantelamiento está en sí mismo concebido como un plan de reducción paulatina de riesgos radiológicos en el emplazamiento.

A modo de resumen, podemos decir que la situación sigue siendo complicada desde el punto de vista de la protección radiológica, pero que ha mejorado mucho desde que ocurrió el accidente. A corto plazo, sigue teniendo el máximo interés la implantación de las medidas previstas para resolver el problema de la entrada de agua del subsuelo a los edificios principales y el consiguiente incremento del volumen de agua contaminada en el emplazamiento. En esta línea, se observan algunos logros

de interés en los últimos meses, que indican un buen progreso, aunque aún queda camino para resolver definitivamente el problema. Como ejemplo del progreso logrado quisiera destacar la construcción y operación de un sistema de bypass del agua subterránea desde la colina o el bombeo y descarga del agua subterránea presente alrededor de los edificios principales. En ambos casos la descarga de agua al océano se realiza después de analizar su nivel de contaminación y verificar que está dentro de los límites aplicables, contando además con el apoyo de un intenso programa de vigilancia radiológica del medio marino. También ha finalizado la construcción de la pantalla de retención instalada en la línea del puerto para evitar la transferencia directa de agua del subsuelo, que puede estar contaminada, al océano. Y se continúa trabajando para finalizar la pantalla de suelo congelado con la que se prevé aislar los edificios principales de las corrientes de agua subterránea.

Por otro lado, la capacidad y funcionamiento de los sistemas de tratamiento de agua contaminada han mejorado notablemente, habiéndose ya tratado

una buena parte del agua almacenada, en la que queda tritio como único radioisótopo de interés, pues no se puede eliminar con medios convencionales a escala industrial. También es destacable la mejora de los sistemas de almacenamiento de agua contaminada, mediante la sustitución de los tanques fabricados con paneles atornillados por otros soldados, más robustos.

En sintonía con el principio de reducción de riesgos radiológicos, se ha avanzado notablemente en la limpieza de las zonas de trabajo y en la recogida y clasificación de los materiales contaminados que se dispersaron en el accidente. Con ello, el número de áreas en las que se requiere protección personal respiratoria especial ha disminuido drásticamente.

¿Cómo ha avanzado la recuperación de la zona?

Supongo que se refiere a la zona exterior a la central nuclear accidentada. También aquí les remito a los informes que regularmente publican las autoridades japonesas y a los informes de las misiones que el OIEA envió en su día para revisar el programa de rehabilitación de las áreas afectadas por el accidente. La zona del exterior al emplazamiento accidentado sigue sometida a un intenso programa de control y descontaminación, cuyos principales objetivos son la recuperación ambiental de áreas afectadas, la mejora de las condiciones radiológicas y sociales en las zonas sometidas a alguna restricción y, en general, favorecer la eliminación de restricciones y la vuelta de los evacuados a sus hogares.

Un aspecto importante de este programa de rehabilitación es la gestión de los materiales y residuos que se generan en las actividades de descontaminación, para lo que se han construido decenas de almacenes transitorios a la espera de disponer de un almacén temporal de larga duración, que las au-

toridades plantean construir, y donde se acumularían estos materiales durante un determinado tiempo hasta recibir una solución definitiva.

¿Cuáles son las actuaciones previstas para el desmantelamiento de los reactores dañados?

Según la denominada "Hoja de ruta", el objetivo básico más importante a largo plazo es la retirada del combustible nuclear de los edificios de los reactores afectados, incluido el combustible que resultó fundido o dañado en el accidente, y la demolición de los edificios y estructuras de la central. Como saben, ya se completó la retirada del combustible nuclear fresco e irradiado que estaba almacenado en la piscina de la Unidad 4. Aunque este combustible no presentaba daños derivados del accidente, la tarea fue muy delicada debido al grado de destrucción del edificio del reactor de esta unidad como consecuencia de sufrir una de las explosiones de hidrógeno. Por ello, esta actividad ha constituido una experiencia muy importante para el diseño de las actuaciones previstas para la retirada de los elementos de combustible almacenados en las unidades 1 a 3; ya que éstas están sometidas a condiciones radiológicas más severas derivadas de la fusión total o parcial de los núcleos de sus reactores.

En todo caso, la retirada del combustible dañado de los edificios afectados se considera una operación muy delicada, que solo podrá realizarse mediante una preparación rigurosa y detallada a largo plazo y con el apoyo de un programa intenso de I+D, que las autoridades japonesas ya han lanzado con participación nacional e internacional.

¿Cuáles son los siguientes pasos a seguir?

A corto plazo, será necesario continuar implantando las medidas previstas para eliminar la entrada de agua a los edificios principales y reducir el

volumen y la toxicidad del agua acumulada, lo que aliviará los riesgos radiológicos y físicos en el emplazamiento. Los siguientes pasos programados a medio plazo son la preparación y retirada del combustible de las piscinas de las unidades 1 a 3. Para ello es necesaria la remodelación de las estructuras dañadas de la parte superior de los edificios de los reactores, su adaptación y la recomposición de las estructuras de manejo seguro de combustible, para su transferencia a las piscinas y a los sistemas de almacenamiento en seco. Como ya he comentado, las actuaciones a largo plazo prevén la retirada del combustible nuclear fundido o dañado que reside en los edificios de los reactores afectados, siendo ésta la operación más delicada a la que se enfrenta esta empresa titánica.

EL FUTURO

Desde su amplia experiencia internacional, ¿cuál es el futuro de la energía nuclear, especialmente en Europa?

Resulta difícil hacer una predicción muy precisa. Trataré de darles una opi-

nión neutral, acorde con el puesto que ocupo en estos momentos en el Organismo. La respuesta más objetiva que se me ocurre la da la publicación sobre estimaciones de producción de energía, electricidad y contribución de las centrales nucleares de potencia en el mundo a medio plazo (2030) y a más largo plazo (2050), que anualmente edita el OIEA. Este documento analiza dos escenarios sobre la contribución de la producción de origen nuclear, basados en hipótesis más y menos favorables respectivamente. Según la edición de 2015, ambas predicciones apuntan a un cierto incremento de la producción nuclear en el futuro, aunque se viene observando que desde el accidente de Fukushima Daiichi el incremento previsto ha venido disminuyendo ligeramente. Esta tendencia de disminución paulatina de las estimaciones de crecimiento parece que se está amortiguando y por lo tanto consolidándose la proyección del aumento de la potencia nuclear instalada en el mundo. Sin embargo, lo que parece que va a cambiar significativamente es la distribución geográfica de las nuevas centrales que se



Juan Carlos Lentijo .Photo Credit: Akira Izumo / IAEA



Juan Carlos Lentijo .Photo Credit: Akira Izumo / IAEA

instalen. Las estimaciones indican que el crecimiento se producirá básicamente en Asia; mientras que en Europa la proyección más favorable indica un débil crecimiento, y la pesimista refleja una posible disminución del número de centrales y de la potencia nuclear instalada en el continente.

De todas formas, conviene recordar que la decisión de utilizar la energía nuclear corresponde a la soberanía nacional de cada Estado y que para esta decisión es necesario considerar muchos factores, como por ejemplo la necesidad de asegurar el suministro energético, la diversificación de las diferentes fuentes que concurren en el mix de producción, los aspectos económicos y de impacto ambiental de cada opción y, por supuesto, la aceptación social. El OIEA puede ofrecer su asistencia para ayudar a que dicha decisión se tome de forma adecuada.

Si me lo permite, dado que mi responsabilidad actual está enfocada a la promoción de la seguridad nuclear, quiero decirle que, con independencia del número de centrales que se cons-

truyan y operen en el futuro y de las que pasen a una fase de desmantelamiento, la seguridad nuclear deberá estar siempre entre las prioridades a considerar en los procesos de toma de decisión.

¿Hacia dónde cree que evolucionará la protección radiológica en el ámbito internacional?

Pienso que la protección radiológica es una disciplina muy consolidada, por lo que no debemos esperar grandes cambios a corto plazo. Como sabe, el OIEA publicó no hace mucho la nueva versión de los requisitos de seguridad radiológica mediante el estándar de seguridad GSR-Part 3, que constituye la referencia principal para el desarrollo e implantación de los modelos nacionales de protección radiológica. Del análisis del entorno en que dicho estándar se preparó y de la situación actual podemos deducir que hay algunos aspectos de mejora de la protección radiológica en los que habrá que continuar trabajando en el futuro. Déjeme citar algunos de ellos:

- Será necesario continuar avanzando en el conocimiento científico sobre los efectos sanitarios de las bajas dosis de radiación, particularmente cuando se producen en exposiciones de larga duración. Ligado a ello, será necesario también mejorar la comunicación sobre los efectos de las radiaciones.
 - Es necesario seguir avanzando en el desarrollo de un modelo práctico de protección radiológica del medioambiente.
 - También parece que hay un buen margen para avanzar en la construcción de modelos más robustos y prácticos para la gestión de las situaciones de exposición existentes, tanto las derivadas de accidentes del pasado como las históricas y las asociadas a la radiación natural y los denominados NORM.
 - El crecimiento drástico de las exposiciones médicas requerirá una atención especial, sobre todo para asegurar una mejor optimización entre dosis impartidas y beneficios diagnósticos.
 - La promoción de la investigación en protección radiológica, no solo en laboratorio sino también en las ciencias sociales relacionadas, seguirá siendo un vehículo necesario para compensar los déficits de conocimiento o de metodología.
- Para terminar déjeme decirle que el modelo de protección radiológica no está suficientemente implantado en todos los países. Por lo tanto, el OIEA y mi Departamento en particular deben continuar su papel catalizador y de asistencia a los países que lo necesitan, mediante el desarrollo e implantación de programas de cooperación técnica bien adaptados a las necesidades de cada caso.

El principio de justificación como humanización del sentido común. Un acercamiento a la ética de las indicaciones médicas con radiaciones ionizantes

Leopoldo Arranz y Carrillo de Albornoz

Doctor en Ciencias Físicas; exjefe del Servicio Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital U. Ramón y Cajal de Madrid; expresidente de la SEPR; exvicepresidente IRPA y experto IAEA

RESUMEN: La gran dificultad que tiene el médico prescriptor para seleccionar una correcta estrategia diagnóstica de imagen es la gran cantidad de exploraciones disponibles (existen más de 800). La elección debe estar basada, en un aforismo de enorme tradición en medicina: *primum non nocere*. Lamentablemente muchas de las exploraciones solicitadas no están justificadas. De acuerdo con la SERAM, hasta un 30% de las pruebas solicitadas no aportan información relevante y muchas podrían haberse evitado y por lo tanto han expuesto innecesariamente a los pacientes a la radiación. Existe, por lo tanto, una responsabilidad ética tanto por parte del médico prescriptor como por parte del médico especialista que realiza la exploración o el tratamiento, así como de todo el personal involucrado. Ante el consenso internacional sobre la evidencia de los efectos de las radiaciones ionizantes, la ICRP resumió las bases científicas de dicho consenso con un sentido ético y social y propuso el Sistema de Protección Radiológica cuyo primer principio es el de la justificación. Este sistema está basado, aparte de las evidencias científicas bien establecidas y de la experiencia, en los valores éticos universalmente compartidos. Es necesario que los médicos puedan fundamentar su toma de decisión ante un procedimiento con radiaciones ionizantes contando con una buena formación, una buena experiencia, el mejor conocimiento científico posible y, sobre todo, contando con el paciente, respetándole, escuchándole y procurando su bien.

ABSTRACT: The great difficulty for the prescriber to select a correct diagnostic imaging strategy is the large number of available scanners (there are over 800). The choice should be based on an aphorism of great tradition in medicine: *First Do No Harm*. Unfortunately many of the scans requested are not justified. According to the SERAM, up to 30% of the tests requested do not provide relevant information and many could be avoided and therefore patients were unnecessarily exposed to radiation. There is, therefore, an ethical responsibility the prescribing physician and the specialist physician of performing the examination or treatment, as well as by all the involved staff. Given the international consensus about the evidence of the effects of ionizing radiation, the ICRP summarized the scientific basis of this consensus with ethical and social sense and proposed the Radiation Protection System whose first principle is the justification. This system is based, apart from the well-established scientific evidence and experience, on universally shared ethical values. It is necessary that the physicians could base their decision making on a procedure with ionizing radiation by having good formation, good experience, the best scientific knowledge and, above all, taking account the patient, respecting him, listening him and seeking their good.

Palabras clave: Principio de Justificación. Ética biomédica. Indicaciones procedimientos médicos.
Keywords: Justification principle. Biomedical ethics. Indications in medical procedures.

Dijo un día mi padre, criticando a aquellos que llevan la norma a extremos absurdos de cumplimiento, que no se debe mitificar la lógica sino humanizar el sentido común. Y profundizando en el sentido de nuestros principios de la protección radiológica se me vino a la memoria esta frase.

Si la optimización debe ser lo razonable, la justificación debe ser algo más que lo racional. Exige una ética. Ya lo apuntaba Dan Beninson, presidente de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y gran amigo, cuando intentaba explicarnos los nuevos principios de la protección radiológica allá por 1980 en Madrid. Y yo añadiría que el conjunto de la racionalidad y la ética es la sabiduría. Esto se ha desarrollado mucho mejor en otras culturas que en la nuestra [1].

Pero ¿Qué se entiende por obrar éticamente de forma correcta?

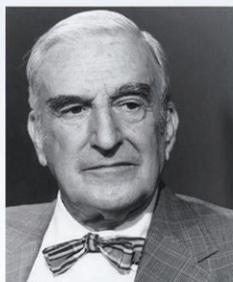
LA ÉTICA EN MEDICINA

En primer lugar la ética debe ir unida con actuaciones humanas buenas, es decir, hacer lo más adecuado. Lo más correcto. No tiene que ser necesariamente igual a lo que manda la ley, a lo que establece la norma, a lo que obtenga el mejor resultado o a lo que sea más útil o eficiente [2].

Pero no es suficiente desarrollar la acción correcta sin más. Ya Aristóteles decía que lo correcto debe ir encaminado a un objetivo adecuado, el bien [3]. La norma ética es así una guía para descubrir el bien. Pero ello no basta. El hombre, además de percibir lo bueno y de ser capaz de captarlo gracias a la orientación de la norma, precisa algo más: unas cualidades que le permitan acertar en lo que hay que hacer aquí y ahora, atinar con lo más adecuado a la hora de actuar [4].



Ética en la protección radiológica - Una larga tradición -



"La protección radiológica no sólo es una cuestión de ciencia. Es un problema de filosofía y de moral, y de la mayor sabiduría".

La Filosofía Subyacente a la Protección Radiológica
Am. J. Roent. Vol. 77, N° 5, 914-919, 1957
Del discurso del 7 Nov. 1956

Lauriston S. Taylor (1902 – 2004)
Presidente de la ICRP desde 1937 a 1962

Diapositiva facilitada por Jacques Locharid

ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Y para ello, el médico debe tener una capacidad técnica suficiente para poder intervenir con éxito sobre el paciente para procurar su salud. De ahí la definición clásica del médico como *vir bonus medendi peritus*, hombre bueno, experto en tratar (5)

Para conseguir este "correcto hacer" se necesita también saber mirar y tomar conciencia del modo en que se transforma la realidad con las "gafas conceptuales" que uno utiliza para observarla. Uno no ve lo que no ha visto antes. Hay que educar la mirada, alumbrar con la intención benéfica el acto dándole sentido. Con extremada frecuencia la ceguera que genera un procedimiento automatizado, deja a ese acto huérfano, sin alma, sin ética. La práctica clínica está plagada de automatismos ciegos (6).

EL PAPEL DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN MEDICINA

Muchas de las decisiones capitales que debe tomar un médico ante el estudio de la enfermedad de un paciente se basa en la información que aportan las pruebas de imagen diagnóstica producida con radiaciones ionizantes (Rayos X y radiación Gamma), por lo que resulta raro el proceso médico que no incluya diferentes estudios radiológicos o de medicina nuclear. En el campo del tratamiento de enfermedades neoplásicas, las radiaciones ionizantes ocupan un papel primordial (junto con la cirugía y la quimioterapia) ya que no sólo un 60% de los pacientes con cáncer podrán ser sometidos a radioterapia en algún momento de su evolución, sino que se espera la posibilidad de curación en más de un 50% de media (desde un 95% en los retinoblastomas hasta un 10% en algunos tumores de pulmón) y, sin duda, prolonga o incrementa la calidad de vida en millones de pacientes en todo el mundo (7).

No obstante, esa misma radiación es intrínsecamente tóxica y tiene la potencialidad de engendrar el mismo tipo

de enfermedades que pretende curar y de alterar nuestros genes [8]. Ni siquiera las bajas dosis de radiación están totalmente exentas de riesgos. Las exposiciones por radiodiagnóstico son la causa principal de exposición a la radiación artificial. La radioterapia, siendo una de las áreas más seguras de la medicina moderna, en alguna ocasión puede producir daños, tragedias individuales o, incluso, la muerte. Existe una larga historia de incidentes documentados por sus efectos adversos, pero del estudio de los accidentes se puede perfilar sus riesgos y su prevención [9].

De ahí la gran importancia del Sistema de Protección Radiológica, propuesto por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en 1990, con el objetivo de prevenir efectos indeseados.

PRIMUM NON NOCERE

La elección de una correcta estrategia diagnóstica debe estar basada, en un aforismo de enorme tradición hipocrática en medicina: *primum non nocere*. Aunque este aforismo parece algo elemental que nadie puede olvidar, no siempre sucede así en el ejercicio de la medicina. No es raro que el entusiasmo del médico ante una nueva técnica recién introducida en el mundo de la salud, la solicite demasiado a la ligera, sin considerar adecuadamente otros factores. Dicho de otra forma, la competencia técnica es una obligación ética de importancia primordial en medicina [10]. La interpretación inicial, obviamente, consiste en que el procedimiento elegido, cuando se aplica al paciente, no debe producirle un mayor perjuicio a su salud.

El detrimento a considerar en la justificación de un procedimiento no se debe limitar al asociado con la radiación, sino que debe incluir otros detrimentos y sus costes. Los procedimientos médicos con radiaciones ionizantes deben proporcionar un beneficio neto positivo, considerando su eficacia y su eficiencia, así como valorar los beneficios y los riesgos de otras técnicas alternativas que no requieran exposición a dichas radiaciones.

¿TODAS LAS PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO CON RADIACIONES IONIZANTES ESTÁN JUSTIFICADAS?

Los exámenes radiológicos complementarios útiles son aquellos cuyo resultado (positivo o negativo) contribuyen a modificar la conducta diagnóstico-terapéutica del médico o a confirmar su diagnóstico. Pero muchas pruebas radiológicas no cumplen estos cometidos y exponen innecesariamente a los pacientes a la radiación [11]. Entre las causas principales de la utilización innecesaria de la radiología o la medicina nuclear está la de solicitar pruebas complementarias que seguramente no alterarán la atención al paciente, bien porque los hallazgos "positivos" que se espera suelen ser irrelevantes

o por el carácter altamente improbable de un resultado positivo.

La defensividad que genera la tendencia demasiado extrema de evitar los falsos negativos sobrecarga de pruebas al paciente y de costes de salud y económicos. ¿Acaso no es el miedo a la responsabilidad el que lleva tantas veces a prescribir pruebas no indicadas aunque no estén contraindicadas? [6].

El primer problema que se le plantea al médico prescriptor para seleccionar una correcta estrategia diagnóstica es la gran cantidad de procedimientos disponibles que, indudablemente, le resulta difícil dominar. En el caso de pruebas de imagen con radiaciones ionizantes existen más de 800. Sólo con rayos X hay 554 de acuerdo con el catálogo 2008 de procedimientos de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) [12].

Lamentablemente muchas de las exploraciones solicitadas por los médicos prescriptores no están justificadas. De acuerdo con la SERAM, hasta un 30% de las pruebas solicitadas no aportan información relevante y muchas podrían haberse evitado y, por lo tanto, han expuesto innecesariamente a los pacientes a la radiación [13]. Las asociaciones nacionales e internacionales de médicos especialistas de diagnóstico por imagen están haciendo un esfuerzo para dar unas directrices de indicación de estas pruebas complementarias al médico prescriptor ya que su resultado –positivo o negativo– debe contribuir o a modificar la conducta diagnóstica-terapéutica del médico o a confirmar su diagnóstico.

Las causas más comunes de las solicitudes de pruebas innecesarias son: repetir pruebas que ya se habían realizado, solicitar pruebas que seguramente no alterarán la atención del paciente, solicitar pruebas con una frecuencia innecesaria, solicitar pruebas inadecuadas, no cumplimentar correctamente las peticiones de pruebas no dando la información clínica necesaria al médico especialista o no planteando las cuestiones que las pruebas de diagnóstico por imagen deben resolver, solicitar pruebas complementarias en exceso [14].

La solicitud de pruebas innecesarias ¿está relacionada con el miedo a equivocarse, asegurándose más allá de lo razonable? En una sociedad que pretende el riesgo cero, que busca la seguridad a cualquier precio, lo más probable es que se acabe en un proceso en el cual, para evitar un hecho negativo, se hacen decenas de actos inútiles. Ineficiente y costosa actitud a la que nuestra sociedad está entregada de lleno. La aversión al riesgo, está estudiado en la psicología de la toma de decisiones, genera decisiones irracionales y muy poco efectivas. En medicina, la prescripción de una prueba que puede comportar un daño al paciente, por muy

pequeño que éste sea, no puede estar guiada por una emoción. Debe estar guiada por la confirmación de un diagnóstico preciso y por buenas razones clínicas [6].

En el caso de la repetición de pruebas innecesarias que conducen además de un aumento de la lista de espera, a un aumento de la dosis al paciente, la digitalización de las peticiones (es decir, la desaparición de los “volantes” en papel) y la aparición de programas informáticos que tengan en cuenta las pruebas solicitadas por diferentes médicos a un mismo paciente, tendrían un impacto muy positivo ya que se activaría un sistema de “alertas” o de “alarmas” [15].

LA RESPONSABILIDAD ÉTICA DEL PERSONAL SANITARIO INVOLUCRADO

Existe, por lo tanto, una responsabilidad ética tanto por parte del médico prescriptor como por parte del médico especialista que realiza la exploración o el tratamiento, así como de todo el personal sanitario y técnico involucrado en el proceso del procedimiento, especialmente en el caso de las técnicas más avanzadas de radioterapia donde es fundamental conseguir una estrecha colaboración entre los oncólogos radioterápicos, radiofísicos, dosimetristas y técnicos. Deberán poseer una formación adecuada, no solo acreditada inicialmente, sino basada en programas de formación continuada en diversas áreas, entre las cuales debe estar la protección radiológica. Una falta de información clínica puede dar lugar a una estrategia inadecuada en el tratamiento de la enfermedad del paciente.

El médico especialista informa al médico prescriptor sobre el procedimiento realizado pero el paciente debe ser el centro de la atención. La información le pertenece. Por ello es importante la comunicación con él. Debe realizarse con empatía. Con transparencia. Hay que saber escucharle. Es la medicina participativa del siglo XXI centrada en el paciente que supera la relación paternalista mucho menos eficiente. No obstante, el médico se topa con la dificultad de la comprensión de los conceptos físicos sobre las dosis de radiación por lo que el papel del radiofísico resulta fundamental en la comunicación con el médico y el paciente.

Otro de los problemas en la comunicación del riesgo radiológico, en relación a las técnicas de imagen diagnóstica, es que los radiólogos y médicos nucleares no tienen un contacto estrecho con el paciente; para este, el médico prescriptor es su “referencia”, su “verdadero médico”. Informar sobre los riesgos de la radiación por parte del radiólogo o médico nuclear y cuestionar o sugerir otras pruebas diagnósticas a la recomendada por el médico peticionario, en algunos casos, puede suponer un pequeño conflicto para el paciente [15].

El consentimiento informado no debe ser un punto final sino es parte de un proceso de toma de decisiones continua



ya que existen situaciones que pueden modificar la situación inicial, por ejemplo, la necesidad no planificada de realizar una angioplastia durante un procedimiento cardiaco. El paciente debe estar permanentemente informado (en el caso de no ser posible en un momento dado, como es el caso de estar sedado o anestesiado, se le deberá informar después). Y su decisión deberá ser respetada [16].

LA APORTACIÓN ÉTICA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

En la medida en que se incrementa el conocimiento científico, más se valora su contenido ético y humanista. Las dos van unidas. Ya decía en 1956 Lauriston Taylor, presidente de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), que “La protección contra la radiación no es sólo cuestión de la ciencia. Es un problema de filosofía y de moral, y de la mayor sabiduría” [17]. La sabiduría es la cualidad de tener experiencia, conocimiento y buen juicio. En su sentido popular, la sabiduría se atribuye a una persona que toma decisiones razonables y actúa en consecuencia.

En 1990, la ICRP, ante el consenso internacional sobre la evidencia de los efectos de las radiaciones ionizantes, resumió las bases científicas de dicho consenso con un sentido ético y social y propuso el Sistema de Protección Radiológica basado en la prevención de los efectos deterministas así como en la exigencia de que se apliquen todas las medidas razonables para reducir la incidencia de los efectos biológicos estocásticos (cáncer y efectos genéticos) a niveles aceptables. Su primer principio es el de la justificación [18].

Este sistema está basado, aparte de las evidencias científicas bien establecidas y de la experiencia, en los valores éticos universalmente compartidos: La no maleficencia, la beneficencia, la autonomía o la libertad de decisión y la justicia [19].

Esta es la respuesta a la pregunta que formulaba al comienzo de esta conferencia sobre qué es lo que se entiende por obrar éticamente de forma correcta ante la toma de una decisión ante un procedimiento médico con radiaciones ionizantes. Hay que tener en cuenta estos cuatro principios:

1. El principio de **no maleficencia** (ante todo no hacer daño). Se trata de respetar la integridad física y psicológica de la vida humana. Es relevante ante el avance de la ciencia y la tecnología, porque muchas técnicas pueden acarrear daños o riesgos. En la evaluación del equilibrio entre daños-beneficios, se puede cometer la falacia de creer que ambas magnitudes son equivalentes o reducibles a un análisis cuantitativo [20].
2. El principio de **beneficencia** (obligación de hacer el bien). Los beneficios para el paciente derivados de la realización de un procedimiento con radiaciones ionizantes deben ser superiores a sus riesgos. El problema es que, antes de realizar un procedimiento a un paciente concreto, los riesgos y beneficios son conocidos, en el mejor de los casos, solo en términos probabilísticos. Es decir, debe haber una proporción razonable entre los probables riesgos y los beneficios para la salud del paciente. La figura clave, en este principio, es el médico que es quien conoce el balance riesgo-beneficio [21].
3. El principio de **autonomía o de libertad de expresión** (obligación de respetar los valores y opciones personales de cada individuo en aquellas decisiones básicas que le atañen vitalmente). Incluye los principios hipocráticos de informar adecuadamente diciendo la verdad al paciente y respetar su decisión en cuanto a la realización del procedimiento. La autonomía personal es el corolario de la dignidad humana. Toda persona merece un respeto incondicional cualquiera que sea su edad, sexo, salud, condición social, origen étnico y religión. La dignidad humana no es natural: es una conquista más de lo inhumano. Está consagrada en la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948: “Todos los seres humanos nacen libres en dignidad y derechos” (Art. 1). De aquí se deriva el consentimiento libre e informado de la ética médica actual (19, 20, 21).
4. El principio de **justicia** (Consiste en el reparto equitativo de cargas y beneficios en el ámbito del bienestar vital, evitando la discriminación en el acceso a los recursos sanitarios). Se configura el binomio “eficiencia/equidad” que, a nivel de la relación médico-paciente, significa que intentar la eficiencia en un paciente concreto, puede comprometer el acceso de otros pacientes a la misma tecnología. Un aspecto ético fundamental en el acceso a las tecnologías médicas efectivas es asegurar su disponibilidad para todos los ciudadanos sin ningún tipo de discriminación [21].

A MODO DE CONCLUSIÓN

Es necesario que los médicos puedan fundamentar su toma de decisión ante un procedimiento con radiaciones ionizantes contando con una buena formación, una buena experiencia y el mejor conocimiento científico posible y, sobre todo, contando con el paciente, respetándole, escuchándole y procurando su bien. Pero ¿Es así la realidad? Lamentablemente la formación que han recibido en su licenciatura es muy técnica y poco humanística. No han recibido una formación, ni en materia de protección radiológica, ni realmente encauzada hacia el enfermo, hacia la buena relación médico-paciente. Los médicos en formación de forma consciente o inconsciente se dejan deslumbrar y llevar por las nuevas tecnologías, salen técnicamente preparados y desde ese punto de vista pueden tomar decisiones muy acertadas, pero no conocen ni los riesgos de las radiaciones, ni saben cómo interaccionar, como entender la psicología del enfermo. La toma de decisión más correcta debe estar personalizada a cada paciente.

Y en relación a la deficiencia de la formación en materia de protección radiológica, el Grupo de Expertos del Artículo 31 de Euratom de la CE propusieron recientemente al Consejo de Europa que la enseñanza en esta materia fuera obligatoria (*shall ensure*) en las facultades de Medicina de los países miembros. Pero, desafortunadamente, esta recomendación no fue bien entendida por los políticos que tienen la capacidad de decisión y finalmente no fue aceptada por el Consejo por lo que no se modificó en la nueva Directiva 2013/59/Euratom lo anteriormente estipulado por la antigua Directiva del año 1997 en que se limitaba a recomendar (*shall encourage*) cursos de formación en protección radiológica. Se está haciendo un gran esfuerzo, desde hace años, para solucionar este problema. Pero queda mucho por hacer.

Como dijo el Prof. Jordi Craven-Bartle, *"Ninguna mejora tecnológica, por alta que sea, tiene sentido si no es en el marco de los valores y virtudes que la ética médica contiene y nuestros maestros, con la escasa tecnología de que disponían, nos enseñaron"*.

REFERENCIAS

- [1]. Fuster V. y Sampedro J.L. "La ciencia y la vida". Cap. Ciencia y sabiduría. Pp 211. Ed. Plaza y Janés. 2008.
- [2]. Pardo A. "La ética en Medicina" Conf. Fundación Cultural Prof. Cantera. Burgos. 2010.
- [3]. Aristóteles. Tópicos, libro I. Cap. 1 y 2. Pp 418-9. BK 100^o-101b. En Aristóteles. Obras. Madrid. Ed. Aguilar. 1977.
- [4]. Polo I. Ética. Hacia una versión moderna de los temas clásicos. México. Ed. Universidad Panamericana. 1993..
- [5]. Gracia D. *Primum non nocere*. Madrid. Real Academia Nacional de Medicina. 1990.
- [6]. Cancio H. Informe personal. 2015.
- [7]. Alert J. Bioética y tratamiento radiante. Rev. Cubana Oncol. 2 (16): 120-7. 2000.
- [8]. Alonso A. Aspectos éticos en el uso de las radiaciones, la gestión de los residuos radiactivos y la energía nuclear. Actas de la I Jornada sobre "Radiación y nuestros genes", pp. 74. Fundación Genes y gentes. Zaragoza. 5 abril 2003.
- [9]. Donaldson L. An International Review of Patient Safety Measures in Radiotherapy Practice. Foreword. Word Alliance for Patient Safety. 2008.
- [10]. Herranz G. Comentario al artículo 21.1 del Código de 1990. Disponible en Internet. 2010.
- [11]. POPUMET. HMSO. The Ionising Radiation. Protection of Persons Undergoing Medical Examinations of Treatment. Regulations. Si 1988/778. London. 1988.
- [12]. SERAM. Catálogo de procedimientos de la Sociedad Española de Radiología Médica. Disponible en Internet. 2008.
- [13]. SERAM. Recomendaciones de "No hacer". Doc. SERAM. Disponible en Internet. 2014.
- [14]. Comisión Europea. Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen. Colección Protección Radiológica n° 118. Oficina de Publicaciones Oficiales de la CE. Luxemburgo. 2001.
- [15]. Gorospe L. Informe personal. 2015.
- [16]. WG Ethics in the Medical Sector. Bochud F., Bonacci F., Boneseau MC., Cantone MC., Gori C., Kluscynski D., Malone J., Omar J., Pérez M., Smeesters P., Thurston J., Vañó E.. Programa Doctorado "Nuclear Science and Technology" ETS Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. 4 febrero 2015.
- [17]. Taylor L. The Philosophy Underlying Radiation Protection. Am. J. Roent. Vol 77 n° 5, pp 914-919. 1957.
- [18]. ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission of Radiological Protection. Publication n° 60. Versión en español publicada por la Sociedad Española de Protección Radiológica SEPR. Publ. N° 1. 1995.
- [19]. Lochard J. Some considerations about Ethics and Social Dimensions of the Radiological Protection System. Programa Doctorado "Nuclear Science and Technology". ETS Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. 4 febrero 2015.
- [20]. Gracia D. Fundamentos de Bioética. Madrid. Ed. Triacastela. 2^o edición. 2008.
- [21]. Craven-Bartle J. Aspectos humanísticos y éticos ante el avance tecnológico del uso de las radiaciones ionizantes en Medicina. Jornada SEPR. Madrid. 10 abril 2013.



Estudio estadístico de la actividad desarrollada en la Unidad de Dosimetría Ambiental y Personal del Servicio de Radioprotección del Centro Nacional de Sanidad Ambiental

C. Ruiz Gimeno, J. Moracho, L. Sánchez, C. Ballesteros, P. Medina y J. Castro
Servicio de Radioprotección, Centro Nacional de Sanidad Ambiental. Instituto de Salud Carlos III.

RESUMEN: El Servicio de Radioprotección (SRP) del Centro Nacional de Sanidad Ambiental, perteneciente al Instituto de Salud Carlos III, inició sus actividades en la década de los 80. Este estudio contiene los datos dosimétricos de los profesionales, que desarrollaron su actividad en instalaciones radiactivas controladas dosimétricamente por la unidad desde el año 1992 hasta 2013, dentro de los campos sanitario, de investigación y/o docencia, e industrial. En él se presenta los tipos de dosímetros utilizados y la evolución durante estos 22 años del número de personas controladas en las distintas ramas de actividad, la tendencia de las dosis individuales medias anuales y las dosis más altas recibidas, así como la incidencia de las dosis administrativas. Finalmente se hace un resumen de las conclusiones obtenidas a partir de estos datos.

ABSTRACT: The service of radiation protection of the National Center for Environmental Health, which belongs to the Institute of Health Carlos III, began its activities in the 80's. This study shows the dosimetry data of professionals working in the fields of health, research and/or education, and the industry in radioactive installations controlled by the unit between 1992 and 2013. This work presents the different kinds of dosimeter and the evolution of the number of controlled people in the diverse activity fields during these 22 years, the trend of the average annual doses and the highest received doses, as well as the effect of the administrative doses. Finally a summary of the conclusions from these data is presented.

Palabras clave: radiación ionizante, dosimetría personal externa.
Keywords: Ionizing radiation, Monitoring Individuals Occupationally Exposed.

INTRODUCCIÓN

El Servicio de Radioprotección (SRP) del Centro Nacional de Sanidad Ambiental tiene su origen en el Servicio Técnico Sanitario de Programas Específicos, que fue creado en la década de 1970, dependiente de la Subdirección General de Sanidad Ambiental del Ministerio de Sanidad y Consumo, transfiriéndose su equipamiento científico y gran parte de su personal al Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA) a finales de 1990.

Entre las actividades de prestación de servicios del SRP, destaca la llevada a cabo en la Unidad de Dosimetría Ambiental y Personal, en cuyos laboratorios se realiza el control dosimétrico de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

Esta Unidad inició sus actividades en la década de los 80 siendo oficialmente autorizado como Servicio de Dosimetría Personal Externa (SDPE) por la resolución de 15-09-1987 del Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear. Siguiendo la política del Instituto de alcanzar los mayores estándares de calidad, esta unidad de dosimetría obtuvo la acreditación ENAC según la norma UNE-EN ISO 17025 en el año 2000, siendo el primer laboratorio acreditado en España para este tipo de ensayos.

Aunque la principal actividad de la Unidad es la dosimetría personal externa por el método de termoluminiscencia de profesionales expuestos a radiaciones ionizantes, también se realiza dosimetría ambiental por termoluminiscencia y recientemente se ha participado en simulacros de emergencia radiológica y nuclear con dosímetros activos para evaluar la dosis personal externa de los actuantes del CNSA.

Este estudio contiene los datos dosimétricos pertenecientes a profesionales expuestos, y a dosímetros de área colocados en puntos representativos de los puestos de trabajo de los profesionales, que desarrollaron su actividad en instalaciones radiactivas controladas por la Unidad desde el año 1992 hasta 2013, pertenecientes a las ramas genéricas: sanitaria, de investigación y/o docencia, e industrial, según la clasificación del Consejo de Seguridad Nuclear. Todos los datos dosimétricos del laboratorio son remitidos mensualmente al Consejo de Seguridad Nuclear para su incorporación al Banco Dosimétrico Nacional. Toda nuestra información dosimétrica constituye una base de datos creada por la Orden SCO/1730/2005 (BOE 10/06/2005) y registrada en el Registro General de Protección de Datos, de acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal.

DATOS DE DOSIMETRÍA PERSONAL

Los datos dosimétricos que se presentan en este estudio provienen de las lecturas obtenidas mensualmente, según requiere el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (R.D. 783/2001), a partir de los dosímetros de los profesionales expuestos controlados por la Unidad de Dosimetría, y comprenden dos magnitudes: el equivalente de dosis personal HP (10) que designamos como "dosis profunda"¹ y el equivalente de dosis personal H_p (0,07) que designamos "dosis superficial"², para piel y extremidades. Aunque, siguiendo las instrucciones del Consejo de Seguridad Nuclear, en los informes mensuales que se envían a los usuarios los valores que aparecen tienen restado el fondo ambiental, y si el valor resultante no alcanza el nivel de registro (0,1 mSv/mes) se indica como cero, al no considerarse una dosis significativa. Los valores de dosis utilizados en este estudio son los leídos en el dosímetro, sin ningún tipo de alteración.

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD

Durante el periodo de 22 años que abarca el estudio, el número de profesionales y áreas de instalaciones radiactivas controlados dosimétricamente ha ido creciendo desde las 237 áreas y 2.793 profesionales controlados en 1992 hasta las 1.093 áreas y 6.050 profesionales del año 2013.

En la Figura 1 podemos ver la evolución anual de la actividad. Un hecho destacable es la disminución en los cuatro últimos años de los dosímetros de área. Esta disminución está ligada a las dificultades que presenta la estimación de la dosis individual de un trabajador a partir de los datos del dosímetro de área, lo que está determinando cierto abandono de su uso en las instalaciones radiactivas cuyos trabajadores son controlados en nuestro laboratorio.

En la Figura 2 podemos observar la evolución del número de personas controladas distribuidas en las diferentes ramas mencionadas anteriormente. Llama la atención la disminución que se aprecia en el número de personas controladas en la rama de investigación y/o docencia. La mayoría de las personas de esta rama pertenecen al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, nuestro laboratorio realiza el control dosimétrico de todos los centros e institutos de este

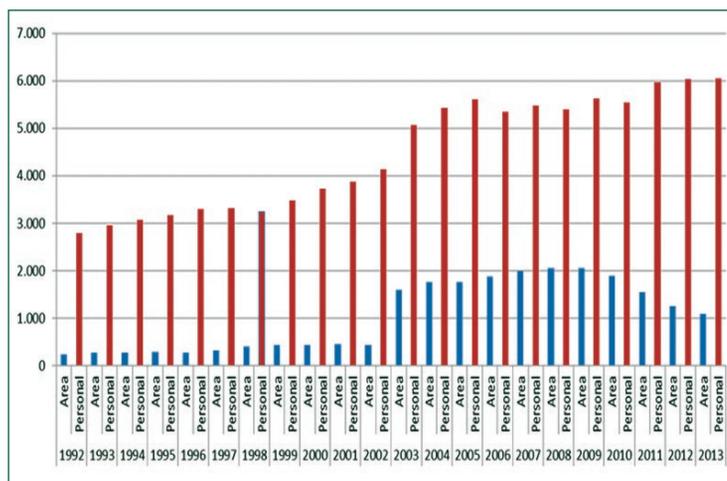


Figura 1: Evolución anual del número de personas y áreas controladas.

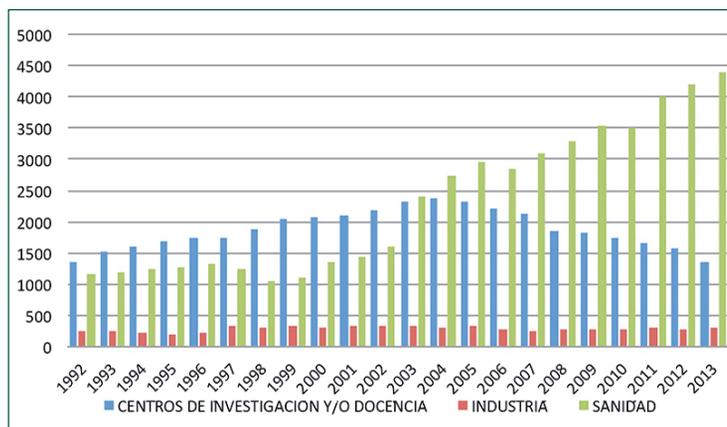


Figura 2: Evolución anual del número de personas controladas por rama genérica.

organismo, y a diferentes departamentos universitarios. En la rama industrial se mantiene constante, y aumenta en la rama sanitaria, fundamentalmente en el sector privado, al que pertenecen la mayoría de los centros de nuestros usuarios.

En la Figura 3 vemos la variación anual dentro de las distintas actividades contempladas en la rama sanitaria.

Finalmente en la Figura 4 se ve representado el número total de dosímetros de termoluminiscencia, personales y de área, leídos anualmente, pudiéndose constatar un incremento de actividad del laboratorio de dosimetría, durante el periodo de estudio, que es especialmente destacable en los años 2003 y 2004.

RESUMEN DE LOS DATOS DOSIMÉTRICOS

Como se ha señalado anteriormente, los datos dosimétricos que se presentan en este estudio provienen de las lecturas mensuales de los dosímetros de los profesionales controlados por la Unidad de Dosimetría Ambiental y Personal, y hacen

¹ El equivalente de dosis personal, H_p (d), es el equivalente de dosis en tejido blando ICRU a una profundidad de 10 mm, y por debajo de un punto especificado del cuerpo humano. Para la evaluación de la dosis efectiva se recomienda la profundidad d=10 mm.

² Para evaluar la dosis equivalente en la piel manos y pies d= 0,07 mm.

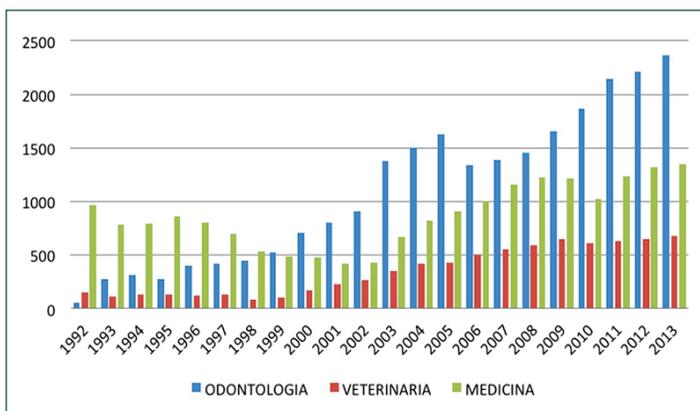


Figura 3: Evolución anual del número de personas controladas en la rama sanitaria.

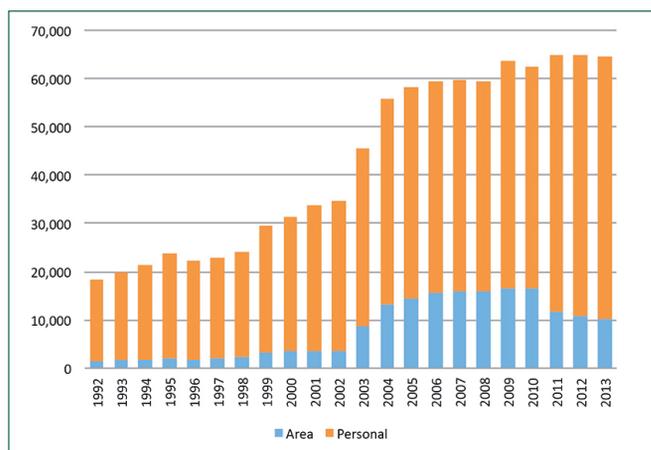


Figura 4: Número de lecturas anuales de dosímetros personales y de área.

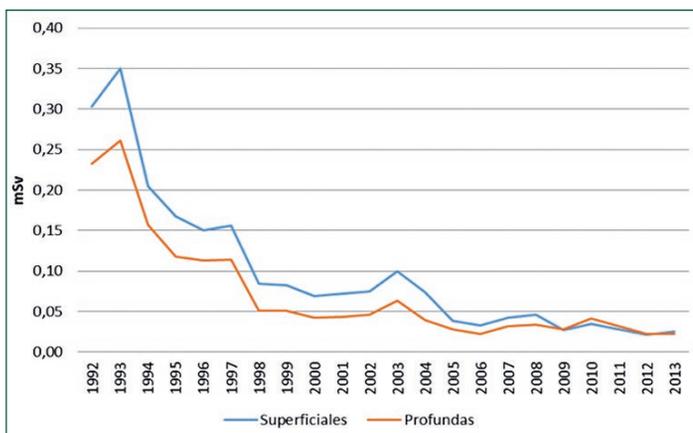


Figura 5: Evolución de las dosis medias anuales (mSv) en función del tiempo.

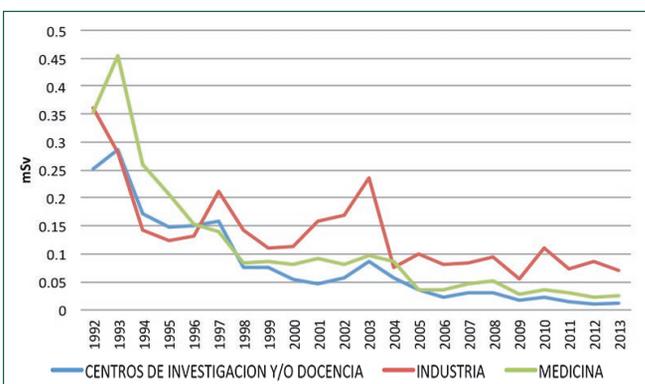


Figura 6: Evolución de la dosis superficial Hp(0,07) media anual por ramas de actividad en función del tiempo.

referencia a las magnitudes $H_p(10)$ que hemos llamado "dosis profunda" y $H_p(0,07)$ que llamamos "dosis superficial".

Del análisis de la Figura 5 podemos observar la clarísima disminución de las dosis medias anuales recibidas por los profesionales expuestos a radiaciones ionizantes controlados en nuestro laboratorio. Esta tendencia nos indica la mejora de las prácticas en la protección radiológica en los centros controlados dosimétricamente por nuestro laboratorio. En cualquier caso estas dosis promedio están muy lejos de los límites establecidos para los trabajadores expuestos, que son:

- **Dosis efectiva:** 100 mSv en cinco años oficiales consecutivos, con una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.
- **Dosis equivalente para el cristalino:** 150 mSv por año oficial.
- **Dosis equivalente para la piel:** 500 mSv por año oficial.
- **Dosis equivalente para antebrazos, pies y tobillos:** 500 mSv por año oficial.
- **Protección embarazo:** 1 mSv al feto durante todo el embarazo.

En las Figuras 6 y 7 podemos observar como la disminución de las dosis medias anuales se produce en todas las

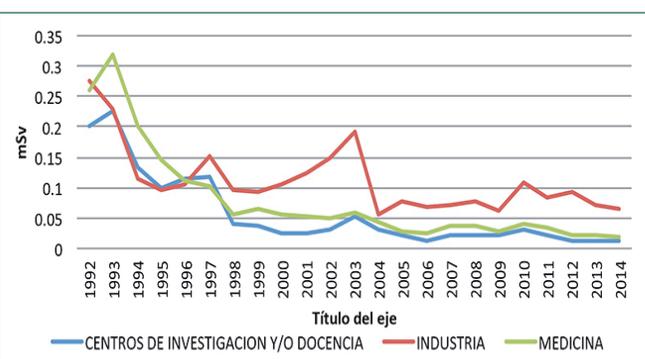


Figura 7: Evolución de la dosis profunda Hp(10) media anual por ramas de actividad en función del tiempo.

ramas de actividad contempladas en nuestro estudio, aunque esta tendencia sea menos acusada en la industria.

Llama la atención en estos gráficos, un incremento de las dosis medias de los trabajadores de la rama industrial en el año 2003. No obstante, hay que tener en cuenta que estos valores están aproximadamente 100 y 2000 veces respectivamente por debajo de los límites de dosis establecidos.

CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS DOSIMÉTRICOS EN INTERVALOS

El Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (R.D. 783/2001) establece los límites de dosis siguientes:

- 1 mSv por año oficial, límite de dosis efectiva para los miembros del público.
 - 6 mSv por año oficial, límite de dosis efectiva para personas en formación y estudiantes entre 16 y 18 años.
 - 20 mSv, límite de dosis efectiva promedio anual durante un periodo de cinco años oficiales consecutivos (sujeto a una dosis efectiva máxima de 50mSv en cualquier año oficial).
- Por tanto, siguiendo la clasificación se han distribuido las dosis anuales en intervalos con los rangos siguientes:

Dosis inferiores a 0,1mSv;	■
Dosis entre 0,1mSv - < 1mSv;	■
Dosis entre 1mSv - < 6mSv;	■
Dosis entre 6mSv - < 20mSv	■
Dosis superiores a 20mSv	■

En la Figura 8 se presenta la evolución, en tanto por ciento, del número de datos dosimétricos correspondiente a

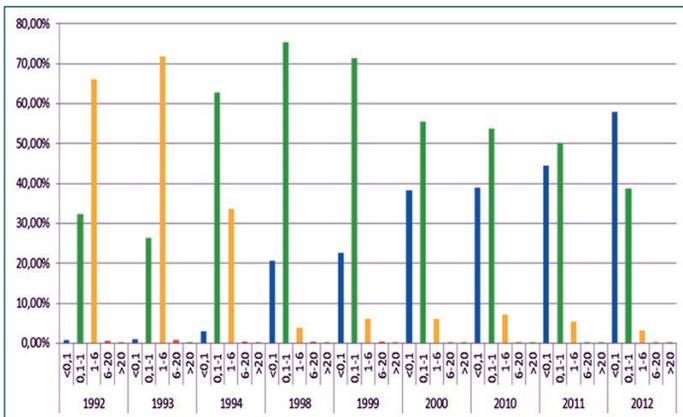


Figura 8: Evolución anual de la distribución de las dosis en intervalos.

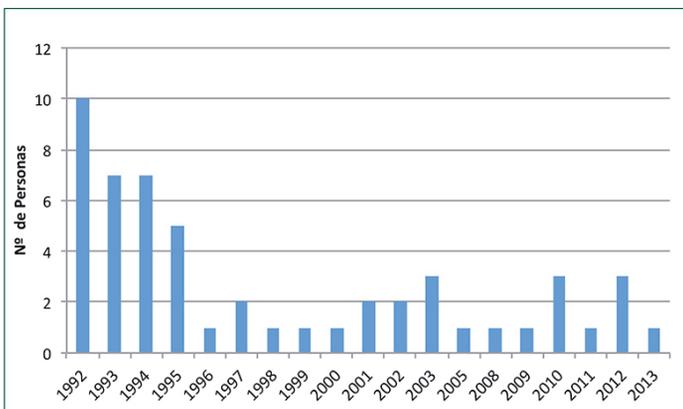


Figura 9: Evolución del nº de personas que sobrepasan la dosis de 20 mSv/año.

cada intervalo de dosis a lo largo del periodo de estudio. En coherencia con la tendencia observada en las dosis medias anuales, vemos cómo se va incrementando el porcentaje de dosis adscritas a los intervalos inferiores. Concretamente las dosis inferiores a 0,1 mSv, han ido creciendo de manera constante, mientras que del intervalo 1 mSv- < 6 mSv han ido bajando, y las dosis superiores 6 mSv prácticamente desaparecen, quedando el intervalo 0,1mSv- < 1 mSv con valores oscilantes. Con el fin de tener un gráfico más claro visualmente se han representado los datos de los tres años iniciales, tres años centrales y tres años finales del periodo comprendido en el estudio.

En la Figura 9 se presenta la evolución en el número de personas que sobrepasan la dosis de 20 mSv/año, que no se visualiza bien en el gráfico anterior al representar un porcentaje mínimo del total de profesionales controlados. En todo el periodo del estudio se han registrado ocho casos que han superado el límite de 50 mSv/año.

DOSÍMETROS ESPECIALES

Aunque el grueso de la actividad del laboratorio de dosimetría corresponde a los dosímetros de cuerpo entero, hay un cierto número de usuarios que por las características de su trabajo necesitan llevar dosímetros en las extremidades, normalmente dosímetros de anillo o muñeca. Asimismo, las mujeres expuestas a radiaciones ionizantes que están embarazadas deben considerar que el feto, al considerarse miembro del público, no debe superar la dosis de 1 mSv durante todo el periodo de gestación, por lo que también se les suministra un dosímetro para el abdomen, informándose en este caso de las dosis leídas realmente, sin establecerse una dosis de registro (Fotos 1 y 2).

En la Figura 10 vemos la evolución en el tiempo del número de dosímetros especiales (anillo, muñeca y abdomen) leídos anualmente. Cabe destacar la sustitución progresiva que se ha ido produciendo de los dosímetros de muñeca por los de anillo, ya que estos permiten una mejor estimación de



Foto 1: Dosímetro de extremidades (anillo y muñeca).



Foto 2: Dosímetro de solapa y abdomen.

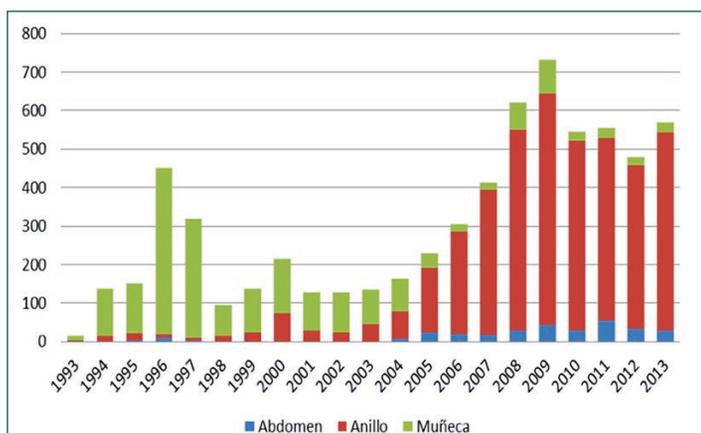


Figura 10: Número de lecturas anuales de dosímetros de extremidades y abdomen.

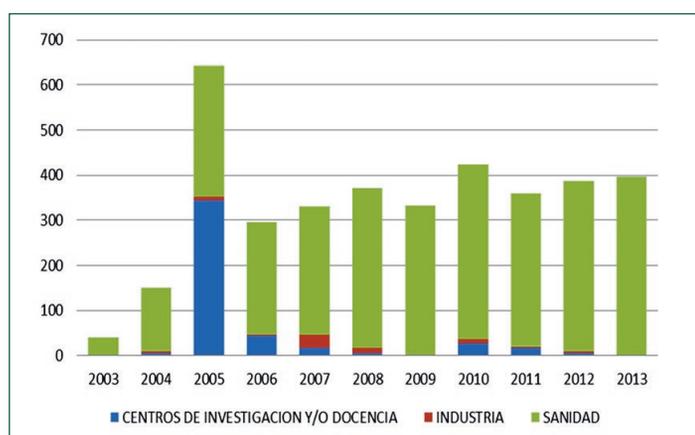


Figura 11: Número de "dosis administrativas" anuales por rama de actividad.

las dosis recibidas en la mano al realizar manipulaciones de material radiactivo.

DOSIS ADMINISTRATIVAS

El Consejo de Seguridad Nuclear introdujo en el año 2003 la práctica de aplicar "dosis administrativas" a los profesionales expuestos que, contraviniendo lo dispuesto en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, no envíen al laboratorio de dosimetría su dosímetro durante tres meses consecutivos. La "dosis administrativa" consiste en asignar, a la persona afectada la dosis correspondiente a la fracción del límite anual de dosis correspondiente al periodo transcurrido sin cambiar el dosímetro.

Naturalmente, estas dosis que no son reales, no se han tenido en cuenta en la elaboración de las estadísticas anteriormente descritas en este estudio.

En la Figura 11 vemos el número de casos de "dosis administrativas" en las distintas ramas de actividad. Llama la atención el elevado número que aparece en los "Centros de

Investigación y/o Docencia" durante el año 2005, la explicación está en que un centro con gran cantidad de personal dejó de enviar los dosímetros durante un periodo de más de tres meses. Estas dosis pueden dar una idea del escaso rigor que ponen en el control dosimétrico algunos usuarios, especialmente de la rama sanitaria, de donde se puede concluir la necesidad existente de formación en la prevención de este tipo de riesgos.

CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente podemos concluir:

- Se observa una clara tendencia de disminución en el valor de las dosis que reciben las personas controladas por este laboratorio, lo cual significa una mejora en las prácticas de protección radiológica operativa y un mayor cuidado en la realización de las distintas actuaciones que llevan a cabo los profesionales. Aunque en la rama sanitaria se debería insistir en la importancia de llevar el dosímetro y la obligación de realizar los cambios dentro del periodo establecido.
- Los dosímetros de área han ido disminuyendo, siendo transferidos muchos de ellos a dosímetros personales, lo que facilita la estimación de las dosis recibidas por el profesionalmente expuesto.
- El número de personas controladas en el sector investigación y/o docencia, ha disminuido. Se puede señalar la coincidiendo con los años de crisis que ha sufrido el país.
- El incremento constante de profesionales expuestos a radiaciones ionizantes controladas por el laboratorio de dosimetría indica que hay una clara demanda social de este tipo de servicio.
- Hay que destacar que de las aproximadamente 100.000 personas/año controladas solamente se ha superado el límite de 20 mSv/año en 50 ocasiones, representadas en la gráfica de la Figura 9. El límite de 50 mSv/año se ha ido superado 15 veces, siete en la rama sanitaria, siete en industria y una en investigación y/o docencia.

REFERENCIAS

- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio (BOE 26/07/2001), por el que se aprueba el nuevo Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.
- Real Decreto 1439/2010 de 5 de noviembre (BOE 18/11/10) por el que se modifica el RPSRI, aprobado por el RD 783/2001 de 6 de julio.
- SEPR (1996). Recomendaciones de la ICRP 1990. Sociedad Española de Protección Radiológica.
- SEPR, APCNEAN (2008). Las Recomendaciones de la ICRP 2007 (ICRP-103). Sociedad Española de Protección Radiológica.

Requisitos de protección radiológica necesarios para la introducción del Ga-68 en un Servicio de Medicina Nuclear

G. Campayo², B. Ibáñez-Roselló¹, D. Reinado² y G. Verdú²

¹Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitari i Politècnic La Fe, Valencia.

²Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Universitat Politècnica de Valencia, Valencia.

RESUMEN: Las nuevas técnicas diagnósticas que hacen uso del Ga-68 implica la revisión de aspectos de protección radiológica en un servicio de medicina nuclear. Se evalúa el riesgo de exposición de los trabajadores, que en la actualidad están expuestos a los riesgos asociados a los radiofármacos marcados con F-18, y se estiman los debidos a radiofármacos con Ga-68. Se realiza una verificación de barreras en la situación actual y se estima el aumento de la tasa de dosis con la introducción del Ga-68. Se han aplicado ambos estudios, de riesgo de exposición y de verificación de barreras, a una instalación concreta. Los resultados obtenidos concluyen que la introducción del Ga-68 en un servicio de medicina nuclear es posible teniendo en cuenta unas modificaciones mínimas de la instalación. No obstante, las modificaciones aplicables deben ser estudiadas para cada instalación concreta.

ABSTRACT: The new diagnostic technique that use Ga-68 entail a radiation safety review in nuclear medicine service. It will be evaluate the exposure risk of the workers, who actually are exposed to dose associated to labeled radiopharmaceuticals with F-18, and are estimated the risks due to radiopharmaceuticals with Ga-68. A barrier check-up is made in the current location and an increase of dose rate is estimated with the introduction of Ga-68. Two studies have been done, exposure risk and barrier check-up, in a particular installation. The results obtained conclude that the introduction of Ga-68 in a nuclear medicine service is possible taking into account the minimal modifications in the installation. However, the related modifications have to be studied for each different installation.

Palabras clave: Galio-68, Medicina nuclear, Generadores de Ge-68/Ga68, Diagnostico PET con Ga-68.

Keywords: Gallium-68, Nuclear medicine, Ge-68/Ga-68 generators, PET diagnosis with Ga-68.

INTRODUCCIÓN

El Ga-68 es un emisor beta positivo con una vida media de 68 minutos [1], lo que lo convierte en un isótopo idóneo para la obtención de imágenes en PET. Este radioisótopo, descendiente del Ge-68 (cuyo periodo de semidesintegración es de 271 días [1]), puede ser obtenido mediante un generador de Ge-68/Ga-68. El generador consiste en una columna cromatográfica de intercambio aniónico con una fase sólida de TiO₂ en la que se encuentra fijado el Ge-68 en forma de óxido [2-4]. El ⁶⁸Ga³⁺ es eluido con una solución ácida, obteniéndose un rendimiento de Ga-68 superior al 60% y una contaminación de Ge-68 inferior al 5·10⁻³ %, es decir, prácticamente despreciable [2]. El diseño compacto de este generador y el blindaje que incorporan las casas comerciales en su fabricación, permiten la posibilidad de que sea albergado en la propia instalación. Esta es una de las principales ventajas del Ga-68, que su generador puede ser fabricado en pequeños módulos y ser albergado en la radiofarmacia del Servicio de Medicina Nuclear, lo que confiere una independencia al servicio en cuanto a la disponibilidad del radiofármaco. Otra de las ventajas aportadas por este radiofármaco (resumidas en la Tabla 1), es la posibilidad de

utilizarlo combinado con trazadores de base péptida, que permiten realizar estudios específicos de diferentes órganos y tejidos [5-6].

La utilidad del Ga-68 ha sido avalada en numerosos estudios [2-4], por lo que recientemente se ha planteado la posibilidad de introducir sus aplicaciones clínicas en nuestro hospital. Sus principales aplicaciones se encuentran en el campo de la detección de tumores endocrinos y gastropancreáticos, utilizando entre otros compuestos el Ga-68-DOTATATE y Ga-68-DOTANOC, respectivamente. Este tipo de estudios abre nuevas vías en las aplicaciones e investigación diagnóstica y clínica.

Se ha realizado una estimación de los requisitos necesarios, desde el punto de vista de la protección radiológica,

Características del Ga-68
Periodo de semidesintegración corto (68 min)
Estudios específicos (amplia variedad de marcaje con péptidos)
Disponibilidad de generación (portabilidad y coste del generador frente a un ciclotrón)

Tabla 1. Características del Ga-68.



para la introducción del Ga-68 en un Servicio de Medicina Nuclear donde ya se realizan estudios de diagnóstico mediante PET (F-18 FDG), particularizando estas exigencias para esta instalación concreta.

Para ello, se ha estimado el riesgo de exposición externa asociado a las actividades a realizar por parte del personal del Servicio de Medicina Nuclear durante las diferentes etapas de trabajo con los radiofármacos utilizados en diagnóstico con PET. Las estimaciones se realizan tanto con F-18 como con Ga-68. Los valores de tasa de dosis considerados para el F-18 han sido determinados experimentalmente, mientras que los valores para el Ga-68 han sido estimados mediante los datos extraídos del *Radionuclide and radiation protection data handbook 2002*[7]. De esta forma se pretende verificar si los riesgos de exposición para el personal actual, al introducir las técnicas diagnósticas con el Ga-68 en la instalación, son asumibles o si sería necesario realizar alguna modificación en la instalación o en su reglamento de funcionamiento.

Adicionalmente, se realiza un estudio de barreras en una instalación concreta para comprobar si el espesor de las mismas es suficiente o si sería necesario reforzarlas en el caso de introducir el Ga-68 en dicha instalación.

La introducción de la técnica diagnóstica basada en radiofármacos de Ga-68, introduce, con respecto al empleo de F-18 como trazador, la presencia del generador de Ge-68/Ga-68, que una vez agotada su vida útil deberá gestionarse como residuo radiactivo. El resto de material residual procedente de esta aplicación puede ser procesado de forma análoga a los residuos conteniendo F-18.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha considerado la utilización del generador de Ge-68/Ga-68 de la firma Eckert-Ziegler [8], cuyas características físicas y radiológicas se han tomado de la información técnica proporcionada por el fabricante. Este generador pesa 14 kg y posee un autoblandaje que reduce la tasa de dosis, en contacto, hasta un valor de 0.14 $\mu\text{Sv/h}$ por MBq de Ge-68. El generador de mayor actividad proporcionado por el fabricante es de 1.85 GBq de Ge-68. La actividad máxima eluida se corresponde al 70% de la actividad presente en el momento de la elución; en un volumen de 5 ml, empleando, para ello, un tiempo inferior a 2 minutos. El módulo de síntesis, de la misma firma permite sintetizar el radiofármaco en un tiempo de 20 minutos.

Estimación del riesgo radiológico asociado a la actividad asistencial del personal del Servicio de Medicina Nuclear

Se realiza una estimación del riesgo debido a la irradiación y a la contaminación superficial en piel, teniendo en cuenta

los debidos tanto al F-18 como al Ga-68. El riesgo de contaminación interna se asume despreciable; se considera que este riesgo está restringido a las situaciones de accidente.

Estimación del riesgo de irradiación externa

En la estimación de la dosis absorbida atribuida a la manipulación de los radiofármacos emisores de positrones, se han considerado cuatro etapas de trabajo: preparación del vial (dispensación), inyección al paciente (inyección), colocación del paciente (colocación paciente) y salida del paciente (salida paciente). Además, en el caso del Ga-68, se han tenido en cuenta las etapas previas a la dispensación: la generación del Ga-68 por medio de la elución (elución) y la síntesis del radioisótopo (síntesis). Esta división en etapas se ha realizado teniendo en cuenta el tipo de personal que interviene en cada etapa. El estado de la fuente con la que se trabaja también varía entre una etapa y otra.

En el caso del Ga-68 se ha tenido en cuenta su generación dentro de la radiofarmacia de la propia instalación. Existen métodos de manipulación semiautomáticos [9] para la preparación y producción de radiofármacos marcados con Ga-68 en un tiempo no superior a los 20 minutos. A fin de realizar las estimaciones con la mayor generalidad posible, se ha considerado que el generador introducido en nuestro servicio no incorpora un módulo de síntesis de forma compacta, sino que es necesaria la manipulación del vial una vez finalizada la elución del generador, para ser introducido en el módulo de síntesis. Una vez marcado, el radiofármaco será introducido en un vial multidosis plomado y se procederá a su dispensación con un procedimiento similar al del F-18 (idéntica metodología de trabajo y sistemas de protección).

La elución, que sólo se realiza en el caso del Ga-68, es realizada por el personal técnico (Técnico Superior de Imagen para el Diagnóstico TSID). Durante esta etapa, el TSID se sitúa delante del generador durante 2 minutos. El Galio-68 se deposita en un vial, con una actividad de 1.3 GBq (actividad máxima disponible que puede ser extraída del generador considerado), que el técnico transporta mecánicamente a una distancia de 15 cm de las manos hasta el módulo de síntesis, en un tiempo estimado de 1 minuto.

La síntesis del radiofármaco, es realizada por el mismo TSID. Se sintetiza todo el vial extraído. En esta etapa, el Ga-68 se hace pasar por un módulo de síntesis, durante aproximadamente 20 minutos. El vial multidosis ya marcado, es transportado por el TSID, de forma similar a la etapa anterior, y es depositado en un vial plomado, desde el que posteriormente se procede a la dispensación de las dosis para cada paciente.

La dispensación es competencia del TSID. La dispensación se realiza en el caso del F-18 y en el del Ga-68 de forma análoga. Durante la dispensación, la fuente se encuentra en

la jeringa, próxima a la mano del trabajador, por lo que las medidas se han tomado a una distancia de unos 15 cm de la fuente. Además, se realizaron las medidas en el momento en que la fuente se encontraba sin recubrir por el protector de plomo, antes de introducirla en el activímetro, por tratarse de la situación más desfavorable.

La inyección es realizada por el personal de enfermería y, en esta etapa, las condiciones más desfavorables se dan en el momento en el que la enfermera prepara la aguja, por lo que se considera que la fuente es la jeringa, próxima a la mano del trabajador. Se realizaron medidas a 15 cm de la fuente, pero en este caso estando recubierta con el protector plomado, con el objetivo de reproducir las condiciones de trabajo en las que se realiza la administración del radiofarmaco. El paciente, una vez ha sido inyectado, permanece en la sala de espera durante una hora, hasta que se le realiza el estudio.

Durante la colocación del paciente y salida del mismo, la fuente es el propio paciente y se considera que el personal se encuentra a 1 metro del mismo, en este caso, el personal que interviene son los auxiliares de enfermería. Durante la colocación del paciente, el TSID también entra en la sala, para darle una serie de recomendaciones al paciente, por lo que la dosis absorbida por el TSID durante esta intervención también ha sido cuantificada. Las medidas de tasa de dosis para el Fluor-18 se realizaron mediante el monitor Berthold LB133, como se muestra en la figura 1, tomando una muestra de 10 pacientes. Se estima la dosis anual extrapolando los valores obtenidos para esta muestra, teniendo en cuenta que, en nuestro centro, la carga de trabajo es de 55 pacientes a la semana.

Las estimaciones de tasa de dosis para el Ga-68 se han tomado de los datos extraídos del *Radionuclide and radiation protection data handbook 2002* [1]. Estimando una carga de trabajo de 20 pacientes semanales, teniendo en cuenta la utilidad de los estudios realizados con Ga-68 para el diagnóstico de los pacientes (Figura 1).

En todas estas etapas mencionadas, se han medido los tiempos de actuación de cada una de las categorías profesionales involucradas en la tarea. Estos tiempos se consideran iguales para ambos isótopos, pero en el caso del Ga-68 se han incorporado las etapas previas de elución y síntesis del radiofarmaco, cuyos tiempos han sido estimados siguiendo los valores proporcionados por las empresas que lo comercializan.

La actividad estimada del vial multidosis del Ga-68 es de 1.3 GBq contenidos en los 5 ml generados. La actividad media en el momento de la inyección es de unos 250 MBq. Teniendo en cuenta su periodo de semidesintegración, se puede considerar que la actividad durante la dispensación, que se realiza 10 min antes de la inyección, será del orden de 280 MBq. Tras la inyección, el paciente permanece en reposo durante 1 hora, por lo que la actividad se reduce a 135 MBq aproximadamente. La exploración dura media hora



Figura 1. Imágenes de la medida experimental de la tasa de dosis durante la dispensación, inyección, entrada del paciente y salida del paciente.

aproximadamente, por lo que la actividad cuando finaliza la exploración es de 100 MBq. Con estos valores de actividad y teniendo en cuenta que el valor de constante específica de tasa de dosis [1] es de $1.73 \cdot 10^{-3} \frac{mSv \cdot m^2}{MBq \cdot h}$, se estima la tasa de dosis en cada una de las etapas.

Estimación del riesgo debido a la contaminación superficial en piel

La manipulación de radiofármacos implica, necesariamente la presencia del riesgo de contaminación superficial. La instalación cuenta con sistemas y procedimientos para minimizar este riesgo. Entre otros sistemas de vigilancia y control de la contaminación se cuenta con un monitor tipo pies y manos (Berthold, mod. LB1043) para la medida de la contaminación presente en el personal de operación.

El nivel de registro e intervención establecido en el sistema de medida de la contaminación personal está fijado en 3,7 Bq/cm² por lo que en las condiciones más desfavorables puede considerarse que el personal abandona la instalación con este nivel de contaminación superficial.

Para los isótopos considerados, la dosis en piel debida a la radiación beta será mucho mayor que la debida a la radiación gamma, por lo que únicamente se estima la contribución de la radiación beta. Considerando que existe una contaminación uniformemente distribuida, con una concentración de radionúclido en la piel C_{skin} , la dosis equivalente en piel debida a la radiación beta ($H_{T(skin)}$) se obtiene mediante la expresión [7]:

$$H_{T(skin)} = \frac{C_{skin} \cdot CF_{Beta-skin} \cdot t}{SF_{Beta}}$$



Donde $CF_{Beta-skin}$ es el factor de conversión que permite calcular la proporción de dosis beta en piel a partir de la concentración y se mide en $\frac{\mu Gy \cdot cm^2}{Bq \cdot h}$. Este factor es 1.9 para el F-18 y 1.8 para el Ga-68. El valor del factor de protección debido a la ropa SF_{Beta} se toma como 1; esto es, se adopta el caso más desfavorable, en el que la emisión radiactiva del contaminante no se ve atenuada por la ropa.

Idoneidad de las barreras de la Instalación de Medicina Nuclear

Se estudian las implicaciones radiológicas que tendría la introducción del Ga-68 sobre las barreras de la instalación, estimando las implicaciones para la instalación concreta. La distribución del Servicio de Medicina Nuclear de nuestro centro se muestra en la Figura 2, donde se va a mostrar especial interés en las zonas afectadas por la introducción del Ga-68, que son: la cámara caliente del área de radiofarmacia y la sala del diagnóstico PET. Los valores de los espesores actuales de los que dispone la instalación se encuentran recogidos en la memoria descriptiva de la instalación y se reproducen en la Tabla 2. Esta tabla también muestra los valores límite de dosis para los que fueron diseñadas las barreras, que se encuentran recogidos en la documentación administrativa presentada para la autorización de funcionamiento de la instalación.

Asumiendo los espesores de las barreras mostrados en la Tabla 2, se calculan las tasas de dosis anuales al otro lado de las barreras con motivo de la introducción del nuevo

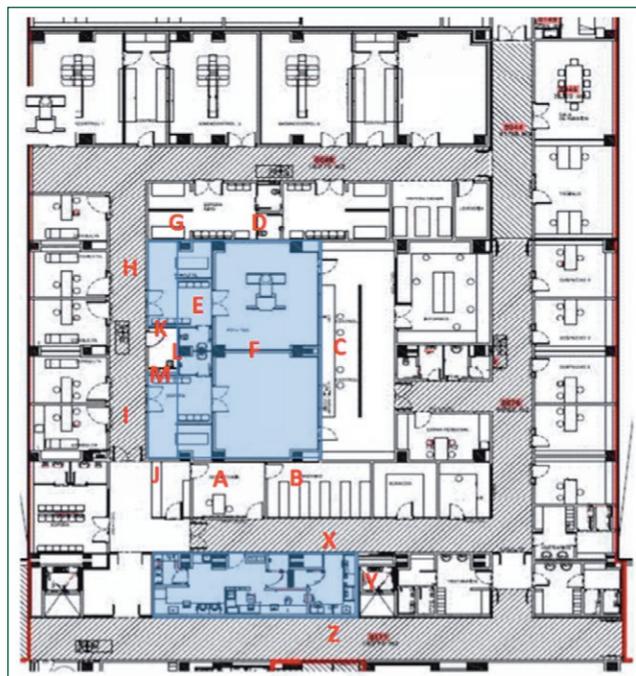


Figura 2. Plano del servicio de medicina nuclear del Hospital Universitari i Politècnic la Fe (Valencia).

Pared	Área colindante	Zona (C/NC)	Factor de ocupación	Material (H/Pb)	Espesor (mm)	Dosis límite de diseño (mSv/año)
A	Secretaría	NC	1	Pb	10	1
B	Archivo MN	NC	0.25	Pb	10	1
C	Control	C	1	Pb	3	5
C	Control	C	1	Pb	2	5
D	Esoera pac. Iny. Gammac.	NC	0.25	Pb	10	1
E	Espera PET+Lavabos	NC	0.0625	Pb	3	1
F	Salaa ady. PET-TAC	C	0.25	Pb	2	5
G	Espera pac. Iny. Gammac.	NC	0.25	Pb	10	5
H	Pasillo técnico MN	NC	0.25	Pb	3	5
I	Pasillo técnico MN	NC	0.0625	Pb	3	5
J	Recepción	NC	0.0625	Pb	8	5
K	Limpieza	NC	0.0625	Pb	2	5
L	Limpieza	NC	0.0625	Pb	2	5
M	Limpieza	NC	0.0625	Pb	5	5
S	Suelo	NC	1	H	300	5
T	Techo	NC	1	H	300	5

Tabla 2. Valores de espesor y dosis anual en la Sala PET previos a la introducción del Ga-68.

isótopo, siguiendo el método descrito en la AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements [10]. A efectos del cálculo se considera la presencia permanente de dos pacientes en la sala de espera y uno en la de exploración. Para la contribución de dosis debida a los estudios de TC se ha hecho uso de los mapas de distribución de dosis facilitados por el fabricante del equipamiento en su manual técnico (Philips, mod. Gemini).

Se considera que el generador de Ge-68/Ga-68 se dispondría en una celda blindada para la preparación de las dosis en la radiofarmacia. La celda proporciona un blindaje adicional de 50 mm de Plomo y se encuentra situada en la zona central de la bancada de trabajo, a 1.5 m de la pared Y (colindante a los ascensores de servicio) y a 2 m de los pasillos interior (X) y exterior al Servicio (Z). (Aunque estas paredes poseen material de blindaje adicional, no se ha considerado en los cálculos).

RESULTADOS

Estimación del riesgo debido a la radiación en la actividad asistencial del personal del Servicio de Medicina Nuclear

Estimación del riesgo debido a la irradiación

Los TSID participan en la dispensación y en la colocación del paciente. La colocación del paciente es llevada a cabo por la

Actividades	Personal	Tasa de dosis vial (mSv/h)	Tiempo de preparación (min)	Dosis anual equivalente en manos (mSv/año)	Dosis efectiva anual (mSv/año)
Dispensación	TSID	2.2 ± 1.2	2.2 ± 1.1	230 ± 150	2.3 ± 1.5
Inyección	Enfermero	0.13 ± 0.02	5.4 ± 0.5	32 ± 7	0.32 ± 0.07
Colocación paciente	Auxiliar de enfermería	0.0203 ± 0.0018	9.4 ± 1.1	–	8.8 ± 1.6
	TSID	0.0203 ± 0.0018	4.8 ± 0.5	–	4.5 ± 0.3
Salida paciente	Auxiliar de enfermería	0.016 ± 0.005	5.33 ± 0.6	–	3.8 ± 1.0

Tabla 3. Estimación de la dosis absorbida por el personal debido a F-18.

Actividades	Personal	Tasa de dosis vial (mSv/h)	Tiempo de preparación (min)	Dosis anual equivalente en manos (mSv/año)	Dosis efectiva anual (mSv/año)
Elución	TSID	10.284	1	171	1.7
Síntesis	TSID	9.244	1	154	1.5
Dispensación	TSID	1.910	2	64	0.6
Inyección	Enfermero	0.102	5.5	9.4	0.1
Colocación paciente	Auxiliar de enfermería	0.021	9.5	–	3.3
	TSID	0.021	4.5	–	1.6
Salida paciente	Auxiliar de enfermería	0.016	5	–	1.3

(1) Se considera que el trabajo se realiza con los mismos elementos de seguridad y protección que en los estudios de F-18

Tabla 4. Estimación de la dosis absorbida por el personal debido a Ga-681.

	Fluor-18	Galio-68
Máxima dosis anual absorbida en piel (mSv/año)	61.58	58.34

Tabla 5. Dosis absorbida en piel debido a la contaminación con los radioisótopos estudiados.

auxiliar de enfermería, pero el personal técnico también entra en la sala para explicarle al paciente en qué consiste la prueba. El personal de enfermería es el encargado de inyectar el radiofármaco al paciente. Mientras que los auxiliares de enfermería son los responsables de acomodar al paciente en la camilla, haciendo uso del material de inmovilización, ayudándole de forma previa y posterior a la adquisición de la imagen.

La estimación de las dosis absorbidas por el individuo más expuesto de cada colectivo debida a la manipulación del F-18 y del Ga-68 se resume en la Tabla 3 y en la Tabla 4, respectivamente. En este sentido los valores expresados consideran la participación del mismo profesional en todas las exploraciones realizadas en el Servicio.

Estimación del riesgo debido a la contaminación superficial en piel

La dosis absorbida, máxima anual, debido a la radiación beta con motivo de la contaminación en piel se muestra en la Tabla 5 (Se considera una contaminación reiterada y coincidente con el límite de detección del sistema de medida). La contaminación puede ser producida por uno o ambos isótopos, al producirse la manipulación de ambos por parte del mismo personal.

Idoneidad de las barreras de la Instalación de Medicina Nuclear

Los valores de dosis máxima anual obtenida tras las barreras se muestran en la Tabla 6. Esta tabla muestra que la estimación de la dosis en algunas zonas supera los valores límite establecidos en el estudio de seguridad de la instalación. Los valores límite son un condicionado de seguridad, al haber sido incluidos en la documentación administrativa para la autorización de funcionamiento de la instalación, como es el caso del riesgo de superar el valor de 5 mSv/año que se produciría en el puesto de control de la unidad PET. El riesgo de superar el valor de 1 mSv/año en las zonas no controladas implicaría, además, un incumplimiento del Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes [11].

La presencia del generador de Ge-68/Ga-68 en el interior de la celda blindada apenas incrementa el nivel de radiación ambiente en el interior de la cámara caliente (la máxima tasa de dosis del generador de 260 µSv/h, en el interior de la celda de 50 mm de Pb y considerando una distancia conservadora de 30 cm a la superficie, implica un incremento de la tasa de dosis ambiental de 1 nSv/h). Se considera, sin embargo, la presencia constante, fuera del generador, de la actividad máxima de Ga-68 que puede ser eluida, considerándose que se encuentra en situación de sintetización del radiofármaco o en su dispensación en dosis clínicas. Esta actividad, de 1.3GBq de Ga-68, en las mismas condiciones, puede implicar un incremento en el interior de la cámara ca-



Pared	Área colindante	Zona (C/NC)	Factor de ocupación	Material (Hormigón/Pb)	Espesor (mm)	Dosis anual estimada* (mSv/año)
A	Secretaría	NC	1	Pb	10	0.03
B	Archivo MN	NC	0.25	Pb	10	<0.01
C	Control	C	1	Pb	3	6.0
C	Control	C	1	Pb	2	3.0
D	Esoera pac. Iny. Gammac.	NC	0.25	Pb	10	0.6
E	Espera PET+Lavabos	NC	0.0625	Pb	3	1.5
F	Salaa ady. PET-TAC	C	0.25	Pb	2	1.75
G	Espera pac. Iny. Gammac.	NC	0.25	Pb	10	2.0
H	Pasillo técnico MN	NC	0.25	Pb	3	1.5
I	Pasillo técnico MN	NC	0.0625	Pb	3	<0.01
J	Recepción	NC	0.0625	Pb	8	<0.01
K	Limpieza	NC	0.0625	Pb	2	1.5
L	Limpieza	NC	0.0625	Pb	2	1.0
M	Limpieza	NC	0.0625	Pb	5	<0.01
S	Suelo	NC	1	Hormigón	300	1.0
T	Techo	NC	1	Hormigón	300	1.0

* Considerando la presencia en esa localización durante 2.000 horas anuales

Tabla 6. Valores de espesor y estimación de la dosis anual en la Sala PET posteriores a la introducción del Ga-68.

liente de 12 $\mu\text{Sv/h}$ (constante específica de tasa de dosis de $1.73 \cdot 10^{-3} \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{MBq}$). Esta disposición produce una tasa de dosis en el exterior de la cámara caliente de 0.27 $\mu\text{Sv/h}$ en las paredes X, Z y 0,48 $\mu\text{Sv/h}$ en la pared Y. Considerando la ocupación de esas zonas (1/4 para pasillos, barrera X, Z y 1/16 en ascensores, barrera Z) el riesgo máximo de dosis anual se sitúa por debajo de 0.2 mSv.

DISCUSIÓN

Estimación de la dosis absorbida por el personal del Servicio de Medicina Nuclear

Los valores de dosis efectiva debido a la irradiación externa y el riesgo asociado a la contaminación superficial en piel obtenidos para el Ga-68 permiten intuir que, por criterios de protección radiológica, no será necesario un aumento de personal, puesto que no se alcanzan los límites anuales

establecidos para este personal. No obstante, un aumento de personal supondría un reparto de la dosis entre un mayor número de personas, lo cual puede resultar positivo desde el punto de vista de la protección radiológica de los trabajadores que operan en la instalación, ya que permite una optimización de la gestión del riesgo.

Estimación de la dosis absorbida debido a la irradiación

La dosis máxima esperable recibida por el individuo más expuesto perteneciente a cada uno de los diferentes estamentos profesionales involucrados se resumen en la Tabla 7.

Los valores de la dosis equivalente efectiva estimada, en operación normal por parte del personal de operación, son inferiores a los límites de dosis establecidos en la reglamentación [11] para el personal profesionalmente

Personal	Dosis anual equivalente en mano (mSv/año)	Dosis efectiva anual (mSv/año)	Incremento riesgo exposición en manos al introducir técnica Ga-68	Incremento riesgo de exposición a cuerpo entero al introducir técnica Ga-68
TSID	620 \pm 400	12 \pm 8	48%	48%
Enfermero	41 \pm 9	0.41 \pm 0.09	19%	2%
Auxiliar de enfermería	–	17 \pm 5	–	30%

Tabla 7. Dosis máxima esperable para el individuo mas expuesto de cada colectivo.

expuesto. Esto es así incluso asumiendo las condiciones conservadoras asumidas en este estudio.

La estimación de dosis en manos, sin embargo, es significativa, constituyendo un riesgo a considerar y optimizar. Este riesgo es muy dependiente de la técnica empleada, el equipamiento y la habilidad personal del operador. Si bien la dosis personal puede resultar aceptable, debido a la distribución del trabajo entre los miembros del servicio, resulta necesario establecer normas y procedimientos de trabajo que optimicen las tareas.

Estimación de la dosis absorbida debido a la contaminación superficial en piel

Se observa que los valores de dosis absorbida en piel debido a ambos radioisótopos son muy similares. Esto es debido a que las emisiones producidas por ellos son muy parecidas, tanto en energía como en tipo de emisión, por ello sus utilidades son muy similares. Además, las actividades administradas son del mismo orden de magnitud.

Los procedimientos de trabajo establecidos en la instalación tienen como objeto, entre otros, reducir el riesgo de contaminación superficial del personal. La hipótesis aquí aceptada de considerar la contaminación sistemática del personal es muy conservadora, si bien sirve para el propósito propuesto: confirmar que el valor de registro establecido para el sistema de medida de contaminación personal es suficientemente efectivo.

Verificación de barreras de la Instalación de Medicina Nuclear

La dosis calculada tras las barreras de la sala de imagen del PET, muestra unos valores por encima de los valores límites incluidos en los documentos administrativos presentados en la obtención de la autorización de funcionamiento de la instalación. Incluso superándose los límites de dosis establecidos por el Reglamento [11].

Las hipótesis consideradas han sido sobradamente conservadoras, puesto que se ha estimado un aumento de 20 estudios más a la semana, manteniendo las mismas condiciones de trabajo. Esta consideración es difícil de cumplir debido a la imposibilidad de realizar dichos estudios por el tiempo de uso de la máquina que requieren. Resulta poco verosímil asumir un incremento próximo al 40% de la carga asistencial en la misma jornada laboral.

Esta instalación posee una sala plomada preparada para la incorporación de un nuevo PET. La adquisición de este segundo PET permitiría mantener con toda seguridad el riesgo de exposición en las diferentes zonas de trabajo por debajo de los valores límite fijados.

La inclusión dentro del área de radiofarmacia del sistema de generación de fármacos marcados con Ga-68 implica un incremento del riesgo muy inferior a 0.1 μ Sv/año.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos concluyen que la introducción del Ga-68 en un Servicio de Medicina Nuclear es posible teniendo en cuenta unas modificaciones mínimas de la instalación. No obstante, las modificaciones aplicables deben ser estudiadas para cada instalación concreta.

Introducir técnicas diagnósticas de imagen basadas en la utilización de radiofármacos marcados con Ga-68 en una instalación diseñada para estudios que empleen F-18 no implica un incremento significativo del riesgo de exposición a radiaciones. En todo caso, el incremento, de producirse, estaría asociado al incremento en la carga de trabajo que pudiera implicar la adopción de nuevas técnicas diagnósticas.

El mayor cambio se puede producir por la introducción de nuevos procesos de síntesis de los radiofármacos. Disponer de un generador en la instalación y la obtención in situ de los fármacos modifica la distribución de los riesgos, potenciando los asociados a estas tareas.

REFERENCIAS

- [1] National Institute of Standards and Technology (NIST). www.nist.gov
- [2] Zhernosekov K.P., Filosofov D.V., Baum R.P., Aschoff P., Bihl H., Razbash A.A., Jahn M., Jennewein M., Rosch F. Processing of Generator-Produced ^{68}Ga for medical application. *J Nucl Med*. 2007; 48: 1741-1748.
- [3] Meyer G.H., Macke, Schuhmacher J., Knapp W.H., Hofmann M. ^{68}Ga -labelled DOTA-derivatised peptide ligands. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004; 31: 1097-1104.
- [4] López López A., Pérez Iruela J.A., Cotrina Monroy P., Gómer Embuena A. Generadores de isótopos emisores de positrones de aplicación biomédica. *Radiobiología*. 2010; 211-219.
- [5] Sanchez-Crespo A. Comparison of Gallium-68 and Fluorine-18 imaging characteristics in positron emission tomography. *Elsevier LTD*. 2013; 76: 55-62.
- [6] Zimmerman B.E. Current status and future needs for standards of radionuclides used in positron emission tomography. *Elsevier Ltd*. 2013; 76: 31-37.
- [7] Delacroix D., Guerre J.P., Leblanc P., Hickman C. Radionuclide and radiation protection data handbook 2002. Nuclear Technology Publishing (Radiation Protection Dosimetry). 2002; vol. 98, nº 1.
- [8] Eckert-Ziegler. www.ezag.com
- [9] Azhdarinia A., Yang D.J., Chao C., Mourtafa F. Infrared-based module for the synthesis of ^{68}Ga -labeled radiotracers. *Nucl Med Biol*. 2007; 34:121-127.
- [10] Hadsen M.T., Anderson J.A., Halama J.R., Kleck J., Simpkin D.J., Votaw J.R., Wendt R.E., Williams L.E., Yester M.V. AAPM Task Group: PET and PET/CT Shielding Requirement. *Medical Physics*. 2006; 33: 4-15.
- [11] RD 783/2001: Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

IRPA

INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

A partir de este número abrimos una nueva sección en **RADIOPROTECCIÓN** dedicada a las noticias de la **Asociación Internacional de Protección Radiológica, la IRPA**, a la que todos los socios de la **SEPR** pertenecen a través de esta. **IRPA** agrupa a más de **18.000** profesionales de la protección radiológica pertenecientes a **50** sociedades, algunas plurinacionales, que en total abarcan **65** países. Como no puede ser de otra manera, su presencia como representante de la profesión en los distintos foros internacionales es cada vez mayor.

IRPA ha elaborado en los últimos años una serie de documentos que sirven de guía para un mejor desempeño de nuestra labor en busca de la mejor protección radiológica, a los que la SEPR ha contribuido significativamente. Así, en 2004 adoptó un Código Deontológico, que fue ratificado y traducido al español por la SEPR. El estudio y desarrollo de los aspectos éticos de la protección radiológica le ha hecho cooperar con la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en la organización de una serie de talleres, a los que la SEPR contribuyó organizando el Segundo Taller Europeo justo ahora hace un año. Igualmente la SEPR participó muy activamente en la serie de talleres (Salamanca, Montebéliard, Oxford) en los que se elaboró el documento de

Principios de la IRPA para los profesionales de la protección radiológica en relación con los procesos de participación de las partes interesadas, que también se tradujo al español. Más recientemente, la SEPR ha colaborado activamente en la elaboración de los Principios de la IRPA sobre cultura de la protección radiológica.

IRPA cumplió recientemente 50 años, ya que fue fundada en 1964. Su aniversario será celebrado durante el próximo Congreso Internacional de Ciudad del Cabo, el IRPA 14, del que en este número incluimos también las últimas novedades.

La página web de IRPA se mantiene al día como principal canal de comunicación con los socios y con el público en general. También se elaboran periódicamente unos boletines informativos que están disponibles en varios idiomas, entre ellos el español, para facilitar un mejor conocimiento y puesta al día sobre las actividades de la IRPA y sus asociados.

Entre otros materiales, en la web se preserva el contenido de todos los Congresos internacionales de IRPA, desde el IRPA 1 de Roma (1966), incluyendo por supuesto el IRPA 11 de Madrid (2004) que organizamos en la SEPR, así como los dos últimos, IRPA 12 de Buenos Aires (2008) e IRPA 13 de Glasgow (2012).

La presencia de miembros de la SEPR en la Junta Directiva (*Executive Council*) de la IRPA se ha mantenido durante las últimas dos décadas, con David Cancio y Leopoldo Arranz como pioneros, y Eduardo Gallego desde 2008, que actualmente opta a su vicepresidencia como único candidato.

REUNIÓN ANUAL DE LOS PRESIDENTES Y REPRESENTANTES DE LAS SOCIEDADES EUROPEAS DE LA IRPA

El pasado 13 de octubre de 2015, los presidentes y representantes de 14 sociedades europeas miembros de la IRPA se reunieron en Praga (República Checa), en la que ya supone la duodécima ocasión en que se mantienen estas reuniones. Por parte de la SEPR asistieron la presidenta, Mercè Ginjaume, y el anterior presidente, Eduardo Gallego.

En la reunión se abordaron cuestiones que tienen que ver con las actividades en común y los temas de interés paneuropeo. Por ejemplo, el presidente de la Sociedad holandesa presentó el avance de los preparativos para el siguiente Congreso Regional IRPA Europeo, que tendrá lugar en La Haya en junio de 2018. La presidenta de IRPA, Renate Czarwinski, informó sobre las actividades llevadas a cabo en el último año, incluyendo la petición a las sociedades para que formulen comentarios para transmitir a la ICRP sobre posibles cuestiones en torno al Sistema de Protección Radiológica y la comunicación de las incertidumbres en los riesgos de las bajas dosis; así mismo informó sobre el avance de los preparativos del 50º Aniversario de la IRPA, que se celebrará en el Congreso IRPA mundial de Ciudad del Cabo, el próximo mes de mayo de 2016, y de los temas que se plantearán para el Foro de Sociedades que allí se celebre. De cara a dicho Congreso, se comentó lo importante que resulta el estímulo a los jóvenes para que participen en el concurso abierto donde irían tras ser elegidos por sus sociedades, lo que debe reforzar la presencia de jóvenes profesionales en estas.

Enlazando con ello, el miembro de la Ejecutiva de IRPA Alfred Hefner





Eduardo Gallego presentó las actividades de IRPA en el ámbito europeo con respecto a la formación y certificación del EPR, poniendo al día el estado de avance del Grupo de Trabajo sobre dicho tema, que trata de encontrar las pautas mínimas a recomendar para los países que carecen aún de un sistema propio de certificación, o que deseen actualizarlo. Se resumieron las conclusiones de un Taller de HERCA celebrado sobre el tema en junio  así como del reciente 6º Workshop de EUTERP *Legislative Change In Europe: The Implications For Training In Radiation Protection – Rising To The Challenge*–, que tuvo lugar en Atenas del 30 de septiembre al 2 de octubre, con 50 participantes de 19 países. En el Taller se trabajó en grupos sobre las contribuciones de las partes interesadas al entrenamiento en protección radiológica, la comunicación y percepción del riesgo y el valor de las metodologías de formación de los formadores. Sobre la certificación de los EPR y los Responsables de Protección Radiológica (RPR), se tomó nota de las estrategias en distintos países para su implementación con arreglo a la Directiva 2013/59 Euratom, coincidiendo en que no hay una única manera de llevarlo a efecto. En ese sentido, se comentó también la utilidad que ha de tener la Guía del proyecto ENETRAP-III, actualmente en fase de finalización tras los comentarios recibidos.

En otro orden de cosas, se presentaron los resultados de las candidaturas de sociedades europeas de cara a la renovación del Consejo Ejecutivo de la IRPA, y se comentaron las circunstancias actuales del proceso, sin poder avanzar más en el mismo hasta que no se acerquen las fechas de presentación de candidatos en diciembre. Tras ello, se presentaron diversas contribuciones de las sociedades, fundamentalmente presentando sus actividades para el próximo periodo.

La siguiente reunión será organizada por la Sociedad Alemana de Radioprotección en la isla de Heringsdorf, con motivo de la celebración de su 50º Aniversario.

Mercè Ginjaume y Eduardo Gallego

como la gestión de residuos radiactivos o la formación del *Experto en Protección Radiológica (EPR)* para el ámbito médico.

En relación con las actividades que IRPA viene promoviendo sobre Cultura de la Protección Radiológica, la presidenta de IRPA animó a participar en el Taller que se va a celebrar en Ginebra, en colaboración con la OMS, del 30 de noviembre

al 2 de diciembre, para propagar ahora la Cultura de PR en el sector médico y comenzar el desarrollo de una guía específica para ese sector. Estos talleres se están organizando por cada región, siendo este el segundo tras el primero que tuvo lugar en Buenos Aires, en abril.

Se trataron después los avances realizados por el Grupo de Trabajo de la IRPA sobre dosimetría del cristalino, que preside Marie Claire Cantone (Italia) y en el que Mercè Ginjaume actúa como vicepresidenta. El grupo preparó en abril de 2015 una encuesta sobre las actuaciones de las distintas sociedades frente a la reducción del límite de dosis en cristalino. Se ha iniciado el análisis de las 19 respuestas recibidas que representan 35 países de los distintos continentes. El objetivo final del grupo es compartir experiencias para impulsar la cultura de la protección radiológica y mejorar la protección de los trabajadores.



presentó al nuevo responsable de organizar el Grupo de Jóvenes en IRPA, Christoph Stettner, de la Sociedad Austriaca, quien también asistió a la Jornada e hizo una presentación de sus experiencias en Austria y las propuestas para extrapolarlas a la IRPA.

Seguidamente, Eduardo Gallego presentó las conclusiones del Segundo Taller Europeo sobre las dimensiones éticas del Sistema de Protección Radiológica, que como se recordará fue organizado por la SEPR junto con las sociedades francesa, italiana y británica, a comienzos de febrero en Madrid, bajo los auspicios de la ICRP y la IRPA. Los aspectos éticos fueron discutiéndose desde el prisma de su aplicación a la protección radiológica en medicina, en el sector nuclear y a la protección de las generaciones futuras. Posteriormente, las sociedades austriaca, germano-suiza e italiana han organizado otros talleres sobre los valores éticos de la protección radiológica, en su aplicación a cuestiones

LA JUNTA DIRECTIVA INFORMA

El pasado día 11 de diciembre de 2015 tuvo lugar en Madrid la última reunión de la Junta Directiva de la SEPR, con la asistencia de todos los miembros de la misma al completo.

Durante el desarrollo de la reunión, la presidenta de la Sociedad, Mercè Ginjaume, presentó su informe del último periodo donde, además de los temas puntuales pendientes del periodo anterior, realizó un seguimiento del estado de ejecución del plan estratégico 2015-2019, informó sobre las últimas actividades de la plataforma de I+D en PR (PEPRI) y resumió las actividades de la Sociedad previstas para 2016.

Tras el informe de la presidenta, el vicepresidente, Borja Bravo, mostró a los asistentes un análisis del cumplimiento del plan de actividades científicas llevado a cabo en 2015 y la correspondiente propuesta de dicho plan para 2016. Se acordó llevar a cabo una encuesta entre los socios dirigida a conocer y priorizar los temas de mayor interés con objeto de ser incluidos en las jornadas y cursos programados para 2016.

Por su parte, la tesorera, Elena Alcaide, plasmó el estado de las cuentas de la Sociedad en un informe financiero a fecha de 11 de diciembre de 2015 y expuso la preparación del presupuesto para 2016.

Finalmente, la secretaria general, Sofía Luque, presentó el estado actual de la actualización de la base de datos de socios, así como el resumen de las altas y bajas del último periodo.

*Mercè Ginjaume y Sofía Luque
Presidenta y Secretaria General de la SEPR*

Reunión de la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR

El día 11 de noviembre de 2015 tuvo lugar, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, la reunión anual de la Comisión de Actividades Científicas (CAC) de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Tras la renovación parcial de la Junta Directiva (JD) del pasado mes de junio, Borja Bravo fue nombrado nuevo vicepresidente de la misma, pasando a ser, adicionalmente, como se indica en los estatutos de la Sociedad, presidente de la CAC.

Borja dio comienzo a la reunión informando a los asistentes de los nuevos cambios en la composición de la JD y de la CAC, para, a continuación, presentar la tabla de seguimiento de las actividades programadas para 2015, donde se pudo observar que el cumplimiento había sido cercano al 100%, habiéndose organizado todas las reuniones y jornadas previstas, excepto una, que había sido pospuesta para el primer trimestre de 2016; todos los cursos y talleres y todas las publicaciones excepto una que había sido anulada.

Destacó como objetivo cumplido la puesta en marcha de dos nuevos grupos de trabajo en el seno de la CAC, uno sobre materiales NORM y otro para el análisis de la transposición de la nueva directiva europea 59/2013/EURATOM a la normativa española, que ya se encontraban configurados y dando sus primeros pasos.

También se habló sobre la contribución de la SEPR al Congreso de IRPA en Ciudad del Cabo en 2016, para el que se han presentado 15 trabajos de científicos españoles y se ha otorgado una ayuda al joven investigador Luis Alejo Luque (Hospital de La Paz de Madrid).

El presidente finalizó su presentación transmitiendo a los miembros de la Comisión la intención de renovación de la web en el próximo año dando la bienvenida a las posibles propuestas que los asistentes pudieran aportar.

- A continuación los representantes de los grupos de trabajo allí presentes, y algunos ausentes, por delegación en el presidente de la CAC, hicieron resumen de las actividades llevadas a cabo por los mismos durante 2015, y de sus propuestas a futuro.
- Aquí se presentan, de forma preliminar, las actividades sobre las que los grupos de trabajo y otros miembros de la Sociedad han propuesto trabajar:
- **Publicaciones previstas:**
 - Revista Radioprotección: dos números ordinarios y dos monográficos.
 - Página Web de la SEPR: www.sepr.es.
 - Documento sobre pruebas de aceptación en diagnóstico por imagen (Fluoroscopia).
 - Documento sobre estimación de dosis en tratamientos de hipertiroidismo.
 - Guía sobre criterios de PR operacional para trabajadores expuestos en instalaciones radiactivas en el sector industrial.
 - Guía sobre metodología de estimación de dosis internas.
- **Cursos y Talleres propuestos:**
 - Curso sobre proyecto MARR.
 - Curso de PR frente a radiaciones no ionizantes para fisioterapeutas.
 - Curso/taller industrias NORM.
- **Reuniones y Jornadas científicas propuestas:**
 - Jornada sobre la directiva 2013/59/Euratom.
 - Jornada sobre “La Protección Radiológica en 2015”.
 - Jornada sobre ICRP y sus Comités.
 - Jornada sobre PR en emergencias radiológicas.
 - Jornada sobre dosimetría en emergencias.
 - Web: XI Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental.
- **Otras actividades en las que la SEPR colabora:**
 - IRPA 2016 en Ciudad del Cabo (Sudáfrica).
 - Exposición permanente Expo’PR - Centro Tecnológico Mestral Vandellós (Tarragona).

Finalmente el presidente de la CAC dio por concluida la reunión, considerando cumplidos todos los objetivos de la misma, agradeciendo a todos los presentes su asistencia y contribución, y emplazando a los mismos a seguir trabajando en la misma línea de colaboración y profesionalidad.

*Borja Bravo y Sofía Luque
Presidente y secretaria de la CAC*

Grupo de Trabajo "Análisis de la Directiva 2013/59 EURATOM" de la SEPR

El día 23 de noviembre de 2015 se constituyó formalmente el Grupo de Trabajo "Análisis de la Directiva 2013/59 EURATOM", nombrándose Coordinadora del mismo a M^o Teresa Macías. Este Grupo de Trabajo pasa a formar parte de la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR, por lo que las actas de las reuniones celebradas así como las actuaciones desarrolladas se pondrán en conocimiento del vicepresidente de la SEPR, presidente de dicha Comisión.

El presente Grupo de Trabajo responde a una iniciativa planteada por la Junta Directiva de la SEPR, con el propósito de participar en las tareas derivadas de la transposición de la Directiva en los diferentes sectores profesionales que integran la Sociedad y proponer iniciativas de actuación en relación con esta materia.

Los objetivos inicialmente planteados son los siguientes:

- 1º. Identificar los temas transversales de la Directiva 2013/59 EURATOM y los aspectos específicos más significativos derivados de la transposición de dicho documento en cada sector profesional de la SEPR.
- 2º. Análisis o revisión de la Normativa vigente que pudiera verse afectada por la transposición de la Nueva Directiva.
- 3º. Proponer iniciativas de actuación para llevar a cabo las tareas derivadas de la transposición: desarrollo normativo, metodologías de trabajo, etc.
- 4º. Participar en las revisiones y modificaciones de documentos en vigor.
- 5º. Elaborar "un libro blanco" en soporte electrónico, que proponga un modo de hacer o de gestión homogénea para la transposición, sugiriendo unificar criterios para la aplicación de la Directiva tanto en aspectos transversales como en aquellos específicos de los diferentes sectores profesionales.

El Grupo de Trabajo está constituido por las personas indicadas en la tabla adjunta.

- El trabajo se llevará a cabo de manera coordinada con otras sociedades científicas cuyos profesionales pudieran verse afectados por la transposición de la Directiva. Se ha incorporado al Grupo de Trabajo D. Juan Castro de la Sociedad Española de Física Médica.

M^o Teresa Macías - Coordinadora del GT

Jornada de aplicación práctica de análisis del riesgo en radioterapia

- El pasado 21 de octubre de 2015, tuvo lugar en Donostia (Guipuzcoa), la Jornada de aplicación práctica de análisis del riesgo en Radioterapia.

Organizada por el Hospital Universitario de Donostia y la SEPR, en colaboración con la Asociación Española de Técnicos en Radiología (AETR), la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR) y la Sociedad Vasca de Física Médica (EUFIMED), esta Jornada surgió como continuación de la "I Jornada de Análisis de riesgo en Radioterapia" celebrada en Madrid en diciembre de 2014 y de la jornada sobre el "Uso de la Matriz de Riesgo en Aplicaciones Médicas" celebrada en Valencia en junio de 2015 durante el IV Congreso conjunto SEFM-SEPR, cuyo objetivo común es el de difundir los resultados del proyecto MARR (MATrices de Riesgo en Radioterapia), llevado a cabo por la SEPR, SEFM, AETR, SEOR y CSN para dar cumplimiento al artículo 63 de la nueva Directiva 2013/59/Euratom que establece que "los Estados miembros garantizarán que para las prácticas radioterapéuticas, el programa de garantía de calidad incluya un estudio del riesgo de exposiciones accidentales o no intencionadas".

El programa de la Jornada constó de una parte teórica de tres horas de duración en sesión de mañana, en la que se explicaron los fundamentos de las citadas matrices de riesgo, y una parte práctica de dos horas y media en sesión de tarde, en la que se describió en detalle la herramienta de software desarrollada en el proyecto, denominada SEVRRRA, para llevar a cabo el análisis de riesgo de las instalaciones.

La Jornada fue un éxito de participación, con una asistencia de 52 personas distribuidas entre médicos, técnicos de radioterapia, ingenieros y físicos médicos, y una valoración general por parte tanto de los asistentes como de los organizadores muy positiva, destacando el gran interés suscitado por este tema, que seguro hará que tenga su continuación en otros puntos de la geografía española.

Patxi Rosales Espizua, SEPR

Nombre - Apellido	Institución	Cargo en el GT	Sector profesional
M ^o Teresa Macías	IIB "Alberto Sols" CSIC-UAM	Coordinadora	Investigación y Docencia
Raquel Pina	Facultad de Medicina, UAM	Secretaria	Investigación y Docencia
Juan Carlos Mora	CIEMAT	Vocal	Investigación y Docencia
Antonio Gil	Hospital General Universitario, Ciudad Real	Vocal	Exposiciones Médicas
Juan Castro	Hospital Universitario Quirón, Madrid	Vocal	Exposiciones Médicas
Amparo García	Central Nuclear de Cofrentes	Vocal	Industria y Energía
José David Cabrillo	CUALICONTROL ACI, S.A.	Vocal	Actividades técnicas y comerciales
Miguel Ángel Rodríguez	Gas Natural FENOSA	Vocal	Actividades técnicas y comerciales. Enlace sector nuclear

PEPRI: Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica

PEPRI es una plataforma tecnológica creada en julio de 2014 desde la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), que tiene como objetivo promover las actividades de I+D+i orientadas a la PR. PEPRI está abierta a todas las entidades nacionales que están relacionadas con la I+D en PR de radiaciones ionizantes y no ionizantes. Actualmente cuenta con 54 miembros de todos los sectores relacionados con esta temática.

Desde septiembre hasta diciembre de 2015 se han desarrollado las siguientes actividades.

- A principios de septiembre, el Ciemat, como "Program Manager" nacional para la participación en la iniciativa Concert, que gestiona el programa de I+D en PR de Horizonte 2020, solicitó a los miembros de PEPRI que manifestaran su interés en las líneas consideradas prioritarias por las plataformas europeas en protección radiológica (Alliance, Eurados, Melodi y Neris), con objeto de poder aportar la opinión española sobre la priorización de las mismas en las convocatorias de Concert.
- El 29 de octubre de 2015 tuvo lugar la 4ª Reunión del Consejo Gestor de PEPRI, en las oficinas de la Asociación Española de la Industria Eléctrica (Unesa). Entre los acuerdos adoptados cabe señalar:
 - La aprobación final del documento "La I+D en PR en España", que contiene datos del periodo 2009-2014. Se acordó colgarlo en la web de la SEPR, de donde se puede descargar:  También se acordó editar unas copias en papel para su distribución a Organismos e Instituciones españolas relacionadas con el tema.
 - La recogida de información de los miembros de PEPRI para la actualización de este documento incluyendo datos del año 2015.
 - El lanzamiento de la preparación de un Plan Estratégico de la I+D en PR, para lo que se creó un Grupo *ad hoc* compuesto por representantes de todos los sectores de la I+D en PR.
 - Preparar una propuesta de una herramienta de gestión de iniciativas de I+D, que sirva para comunicar usuarios y desarrolladores de la tecnología en el campo de la PR.
 - Solicitar a la SEPR la actualización del apartado web de PEPRI, dentro de la revisión global de la página web de la SEPR en curso.
 - Lanzar las tres iniciativas de Proyectos PEPRI:
 - Proyecto 1: evaluación y mejora de la capacidad existente a nivel nacional para la determinación de ²³⁹Pu en orina en situaciones de emergencia.
 - Proyecto 2: adaptación de las capacidades nacionales para la discriminación rápida de la incorporación de radioiodos en emergencias.
 - Proyecto 3: Red Española de excelencia de laboratorios de Dosimetría biológica. Ejercicios de intercomparación. Simulación de accidentes con múltiples víctimas.

- Concretando su alcance, fases, costes e invitando a participar a todos los miembros de PEPRI.

- - Poner en marcha una recopilación de las capacidades reales y potenciales e infraestructuras de formación en PR en el área sanitaria, como parte de una colaboración de España con el OIEA para promover la PR en países latinoamericanos.

- El 11 de noviembre se informó a la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR, sobre las actividades de PEPRI, acordándose presentar una actualización de las mismas en la próxima Jornada de la PR en 2016.

- Derivado de los acuerdos del Consejo Gestor, el día 15 de diciembre de 2015 tuvo lugar en el Ciemat la primera reunión del Grupo *ad hoc* para la elaboración del Plan estratégico de la I+D en Protección Radiológica (PEPRI). En esta reunión se acordó un índice preliminar y se elaboró un análisis DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades y las bases del análisis CAME: Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar.

- En estos tres meses se han incorporado a PEPRI seis nuevos miembros que pertenecen a los sectores de empresa, universidad y hospitales.

Pío Carmena, Mercè Ginjaume y Alegria Montoro.

Grupo de Trabajo de la SEPR sobre "PR en NORM"

- El día 16 de diciembre de 2015 se constituyó el Grupo de Trabajo de la SEPR sobre "Protección Radiológica en NORM", a la que asistieron trece personas de distintas organizaciones, empresas y universidades, enviando sus comentarios tres más que no pudieron asistir finalmente a la reunión. En la misma se nombró coordinador a Juan Carlos Mora y el grupo pasó a formar parte de la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR, por lo que las actas de las reuniones celebradas así como las actuaciones desarrolladas se pondrán en conocimiento del vicepresidente de la SEPR, presidente de dicha Comisión.

- El Grupo de Trabajo nace debido a los cambios que se han venido produciendo en los últimos años en la legislación, tanto a nivel nacional como internacional. Ya en diciembre de 2013 se convocó una reunión de aquellas personas interesadas tras la celebración en Madrid del Sexto Workshop EAN-NORM, en la que se decidió proponer a la SEPR la formación de este Grupo de Trabajo y que fuera Juan Carlos Mora quien coordinara el mismo. Dicha propuesta fue aceptada por la Junta Directiva de la SEPR en 2015.

- Durante la reunión se discutieron de forma preliminar los posibles objetivos de este Grupo de Trabajo que han sido ratificados y ampliados durante la reunión constitutiva. Los objetivos que se plantearon inicialmente son:

1. Divulgar la información referente a los cambios legislativos y sus implicaciones a las industrias afectadas.
2. Proporcionar la formación necesaria y específica sobre la problemática NORM a todos los actores implicados, tanto industrias, como UTPR, Laboratorios o Consejerías.
3. Elaborar guías prácticas de interés para las industrias.
4. Colaborar en la transposición de la nueva Directiva Europea sobre Protección Radiológica en el ámbito de interés para el grupo.

- En la primera reunión se identificaron varias tareas que se llevarán a cabo con la ayuda del CSN, Enresa y otros organismos y sociedades interesados, y de las que se dará información detallada en posteriores números de RADIOPROTECCIÓN.

Juan Carlos Mora. Coordinador del GT



22ª Jornada Anual sobre Vigilancia Radiológica Ambiental

El pasado 19 de noviembre de 2015, tuvo lugar, en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la vigésimo segunda Jornada Anual de Vigilancia Radiológica Ambiental.

El acto fue inaugurado por la directora técnica de Protección Radiológica, M^o Fernanda Sánchez Ojanguren quién, tras dar la bienvenida a los asistentes, destacó la importancia de garantizar la calidad de las medidas realizadas por los laboratorios de vigilancia radiológica ambiental a través, entre otros, de las campañas de intercomparación que organiza el CSN anualmente, y que en esta ocasión ha contado con la participación de 37 laboratorios nacionales y otros dos de Cuba y Portugal.

A continuación un representante del Ciemat, organismo que da su apoyo técnico al CSN en la evaluación de los resultados de las campañas de intercomparación, presentó las conclusiones obtenidas en la última campaña de determinación de radionucleidos naturales y artificiales con bajo nivel de concentración de actividad en una matriz de cenizas vegetales.

En términos generales, se obtuvieron unos resultados muy satisfactorios con un 95-100% de resultados aceptables para la determinación de ^{230}Th , ^{228}Ra , ^{40}K , ^{90}Sr , ^{55}Fe , ^{63}Ni y ^{14}C , y un 85-95% de resultados aceptables para la determinación de ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{228}Ac , ^{214}Bi , ^{214}Pb , ^{212}Pb , ^{208}Tl , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{60}Co y ^{57}Co .

Tras esta intervención, se expusieron los resultados preliminares obtenidos en relación con el proyecto de I+D *Optimización de un procedimiento general para la determinación de isótopos de torio en muestras ambientales e industriales*, realizado de forma conjunta por investigadores de los laboratorios de las Universidades de Sevilla, País Vasco y Salamanca, cuya finalización está prevista para mediados de 2016.

Para finalizar, la Subdirectora de Protección Radiológica Ambiental, Lucila Ramos, agradeció a los asistentes su buen hacer, reflejado en los resultados obtenidos, y su activa participación en el turno de preguntas abierto tras las intervenciones de la Jornada, emplazándolos a continuar en la misma línea de profesionalidad y colaboración para próximas campañas.

Carmen Rey e Inmaculada Marugán, CSN

Amparo García Martínez, nueva jefa de Protección Radiológica de CN Cofrentes

Nuestra compañera y miembro de la junta directiva de la SEPR, Amparo García Martínez, ha sido nombrada el pasado 4 de enero de 2016, Jefa de Protección Radiológica de la central nuclear de Cofrentes.

Con solo 31 años, Amparo es ingeniero químico por la Universidad Politécnica de Valencia y dispone del Diploma de Jefe del Servicio de Protección Radiológica expedido por el Consejo de Seguridad Nuclear.



Ha desempeñado su trabajo desde hace nueve años en la central nuclear de Cofrentes, primero en la Sección de Química y Medio Ambiente y desde 2010 en el Servicio de Protección Radiológica, habiendo formado parte de diversos grupos de trabajo multidisciplinar, en el ámbito de la protección radiológica del público y de los trabajadores de las centrales nucleares. Además, desde junio de 2015, forma parte de la junta directiva de nuestra Sociedad como vocal.

Desde la SEPR queremos desearle el mayor éxito en esta nueva etapa de su carrera profesional.

Comité de redacción

20º Aniversario WiN España

WiN España ha celebrado el cierre del año conmemorativo de su 20º aniversario con un acto celebrado el 26 de noviembre en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM.

Bajo la conducción de María Luz Tejeda, vicepresidenta de WiN España, a lo largo del encuentro se hizo un repaso por la historia de esta organización, fundada en 1995.

En las palabras de apertura, a cargo de la presidenta, Matilde Pelegrí, se guardó un minuto de silencio en memoria de Juan Alberto González Garrido, miembro de Jóvenes Nucleares asesinado en el atentado terrorista de París, el 13 de noviembre, y con el especial recuerdo a su madre, Cristina Garrido, asociada de WiN.



Todas las presidentas de WiN España en los últimos 20 años junto a la presentadora del acto.

A continuación tuvo lugar una mesa redonda, moderada por la periodista especializada en economía y directora del programa "Diario de la noche de Telemadrid", Ana Samboal, en la que participaron todas las presidentas: María Teresa López-Carbonell, Carolina Ahnert, Inés Gallego, Maribel Gómez y Matilde Pelegrí.

A través de sus experiencias se pudo constatar cómo WiN España ha avanzado en su objetivo de divulgación, tanto en

las Reuniones Anuales de la SNE como en los entornos de la protección radiológica y la física médica. En un interesante debate, Ana Samboal incidió en la importancia de dar visibilidad a las actividades del sector, e invitó a la asociación a participar en los medios.

Especialmente emotivo resultó el video de celebración, en el que los presidentes de la SNE, así como destacados representantes de la industria y la investigación, y las presidentas de WiN Europa y WiN Global, felicitaron a la organización por su aniversario.

A continuación, José Ramón Torralbo, presidente de la SNE, felicitó a WiN por este aniversario y animó a sus asociadas a continuar en esta vía de divulgación a la sociedad. Además, hizo especial mención a la actualidad, refiriéndose a la participación de la Sociedad, conjuntamente con más de 100 organizaciones similares, en la iniciativa Nuclear4Climate, promovida con motivo de la cumbre mundial del clima de París.

La clausura del acto estuvo a cargo de la vicepresidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, Rosario Velasco, quien subrayó la importancia de reunir en WiN a las profesionales de los distintos subsectores de aplicación de las radiaciones ionizantes, tanto en las centrales nucleares como en los ámbitos sanitario e industrial. Afirmó también que ha habido un aumento de mujeres en las organizaciones de explotación de las centrales nucleares, y que en el propio organismo regulador existe un razonable equilibrio, tanto en el ámbito técnico como en el de las diferentes áreas de apoyo, entre hombres y mujeres.

Comité de redacción

In Memoriam José Vidal Arnau



Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Valencia, fue el precursor del Centro Nacional de Dosimetría del Insalud. En 1986 fue elegido vicepresidente de la SEPR y asumió la presidencia entre 1989 y 1991. En su equipo estaban Gustavo López Ortiz (vicepresidente), Pilar López Franco (secretaria general), Luis Miguel Martín Curto (tesorero), Armando Merino, Vicente Ríus, Rafael Herranz, José Sanjuán y Ricardo Díez González.

Fueron años decisivos y complicados. Decisivos porque en 1990 la ICRP aprobó las nuevas recomendaciones que marcarían los grandes cambios reglamentarios de las siguientes décadas y en 1991 la SEPR organizó, con gran éxito, su primera Conferencia Internacional a nivel mundial, en Salamanca, sobre las implicaciones de dichas nuevas recomendaciones. Asimismo en ese periodo, la SEPR tuvo un importante papel en la colaboración con el Ministerio de Sanidad para la publicación del RD 1132 sobre medidas de PR a personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos. Y complicados porque en 1990 se produjo el accidente del acelerador lineal del Hospital Clínico de Zaragoza.

Pepe fue también el precursor de nuestra revista RADIOPROTECCIÓN llamada entonces PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. Su número 0 se publicó en julio de 1991.

Descanse en paz.

Leopoldo Arranz y Carrillo de Albornoz

NOTICIAS de MUNDO

Resumen del Informe UNSCEAR

"Efectos sobre la salud atribuibles a la exposición a la radiación ionizante y riesgos inferidos"

La resolución 62/100 del 17 de diciembre 2007 de la Asamblea General de la ONU instó al Comité UNSCEAR a que presentara un informe, con la celeridad que fuera posible, para "ahondar en la explicación de la evaluación del daño potencial debido a la exposición crónica a bajas dosis entre grandes poblaciones y también sobre la imputabilidad de efectos sobre la salud". Las principales conclusiones fueron presentadas en un informe a la Asamblea General de la ONU de 2012. Los dos anexos técnicos de apoyo, "Incertidumbres en las Estimaciones de Riesgo del Cáncer Inducido por la Radiación" y "Efectos sobre la Salud Atribuibles a la Exposición a la Radiación Ionizante y Riesgos Inferidos" se finalizaron en 2015 y se han publicado electrónicamente. Están disponibles en la página web del UNSCEAR .

En el momento del vigésimo aniversario del accidente de Chernobyl, en abril de 2006, parecía haber opiniones muy divergentes, a menudo basadas en malentendidos, entre el público en general, medios de comunicación, autoridades y cien-

tíficos sobre la naturaleza y la escala del impacto en la salud del accidente. Posteriormente, la Asamblea General en su resolución 62/100 de 17 de diciembre de 2007 pidió al Comité "aclarar aún más la evaluación del daño potencial debido a la exposición crónica de bajo nivel en las grandes poblaciones y también la imputabilidad de efectos en la salud". El Comité abordó esta cuestión en el anexo D de su informe UNSCEAR 2008, y en el informe actual incide en ello. Este anexo científico apoya las conclusiones del Comité sobre la atribución de efectos sobre la salud que se manifiestan con la exposición a la radiación y la inferencia del riesgo de efectos sobre la salud de la exposición a la radiación ionizante.

El Comité no ha tratado en este anexo de revisar rigurosamente los últimos avances científicos aparecidos, estudios y datos sobre los efectos en la salud de la exposición a las radiaciones ionizantes desde la publicación del Comité de las últimas revisiones. En cambio, mediante análisis empíricos, ha sacado conclusiones para la Asamblea General sobre la imputabilidad de efectos sobre la salud y la inferencia de riesgo de los efectos en la salud de la exposición a la radiación. Su objetivo principal es ayudar a que los funcionarios de los gobiernos, los científicos de diferentes disciplinas, los profesionales de protección radiológica y otros expertos en la materia

entiendan los enfoques adoptados por el Comité, y promover el uso informado de las conclusiones del Comité entre todos los lectores de este anexo.

Los capítulos del texto principal abordan dos cuestiones clave:

- (a) Si un efecto manifestado sobre la salud en un individuo, o un aumento observado en la frecuencia de ocurrencia de efectos sobre la salud de una población, se puede atribuir a la exposición a radiación.
- (b) ¿Bajo qué circunstancias es válido inferir riesgos o predecir números absolutos de efectos sobre la salud tras la exposición a la radiación?, especialmente para los niveles y los tiempos en los que cursa la exposición para los que un aumento de la frecuencia de aparición de efectos en la salud relacionados con la radiación no ha sido convincentemente o consistentemente observado.

El informe hace una clara distinción entre las observaciones reales pasadas y presentes de los efectos sobre la salud de un individuo o de una población y la predicción del riesgo de efectos futuros a la salud en un individuo o una población. Los estudios clínicos de casos reales y los estudios epidemiológicos de cambios en la frecuencia de aparición de efectos sobre la salud de las poblaciones expuestas, proporcionan la base científica para poner a prueba las hipótesis de causa-efecto, pero para atribuir los resultados observados a la causa es necesario eliminar otras posibles causas. La inferencia del riesgo a futuro se puede basar en la distribución de frecuencias de un número suficientemente grande de observaciones. En algunos casos, puede ser necesario llenar lagunas en las observaciones mediante el juicio de expertos o mediante modelos. En la estimación del riesgo a futuro, se pueden hacer predicciones seguras sólo cuando el aumento de la frecuencia de los efectos se considera probado; cuando ello no ocurre, se pueden hacer predicciones condicionales basadas en suposiciones.

Cuando se trata de estudios de población, existen aún grandes retos en la superación de las fluctuaciones estadísticas y en la eliminación de sesgos y factores de confusión. Por esa razón, no es de extrañar que para adultos, un incremento estadísticamente significativo en la frecuencia de las muertes por cáncer inducido por radiación solo se observa a partir de 100 mGy hacia arriba para la radiación de baja LET. La falta de un biomarcador específico para el cáncer inducido por radiación implica que otras posibles causas necesiten ser tenidas en consideración.

Las principales conclusiones del informe son las siguientes:

- Un efecto observado sobre la salud de un individuo podría ser inequívocamente atribuido a la exposición de radiación si el individuo llegara a experimentar reacciones en los tejidos, los efectos deterministas, y se puede realizar un diagnóstico patológico diferencial con el fin de eliminar posibles causas alternativas. Tales efectos deterministas se sufren como resultado de la exposición aguda a altas dosis absorbidas (es decir, alrededor de un Gray o más), como podría ocurrir tras las exposiciones en accidentes o en radioterapia.
- Otros efectos sobre la salud que son conocidos por estar asociados con la exposición a la radiación, los efectos

estocásticos tales como cánceres, no pueden, si se producen en un individuo, ser inequívocamente atribuidos a la exposición a la radiación, debido a que ésta no es la única causa posible y no hay generalmente en la actualidad biomarcadores disponibles que sean específicos de los efectos sobre la salud inducidos por la radiación. Por lo tanto, el diagnóstico patológico diferencial inequívoco no es posible en estos casos. Sin embargo, si la frecuencia de base de ocurrencia de un tipo particular de efecto estocástico fuera bajo y la radiosensibilidad de un efecto de salud de ese tipo fuera alta (como es el caso de algunos tipos de cáncer como el de tiroides después de la exposición en la infancia), sería plausible atribuir a la exposición a la radiación la existencia de un efecto en la salud en un individuo en particular, sobre todo si esas exposiciones fueron altas. Pero incluso así, el efecto en la salud en un individuo no puede ser inequívocamente atribuido a la exposición a radiación, porque existen otras causas posibles.

- Un aumento de la frecuencia de aparición de efectos estocásticos en una población podría atribuirse a la exposición a la radiación a través de análisis epidemiológicos siempre que, entre otras cosas, el aumento de la frecuencia de los casos del efecto estocástico fuera lo suficiente grande para superar las incertidumbres estadísticas inherentes y así como otras incertidumbres. En este caso, un aumento en la frecuencia de aparición de efectos estocásticos en la población expuesta podría ser correctamente verificado y atribuible a la exposición. Si la frecuencia de base de ocurrencia del efecto estocástico en una población fuera baja y la radiosensibilidad para el efecto estocástico relevante fuera alta, un aumento en la frecuencia de aparición de efectos estocásticos al menos podría ser relacionada con la exposición a la radiación, incluso cuando el número de casos fuera pequeño.
- Aunque demostrado en estudios con animales, un aumento en la frecuencia de aparición de enfermedades heredables en las poblaciones humanas, no puede en la actualidad ser atribuido a la exposición a la radiación; una razón para esto podría ser la gran fluctuación en la frecuencia de base de estas enfermedades.
- Muestras especializadas de bioensayo (tales como algunas muestras hematológicas y citogenéticas), se pueden utilizar como indicadores biológicos de exposición a la radiación incluso a muy bajos niveles de exposición. Sin embargo, la presencia de este tipo de indicadores biológicos en muestras tomadas de un individuo expuesto no significa necesariamente que el individuo pueda experimentar efectos en la salud debido a la exposición.
- En general, el aumento en la frecuencia de ocurrencia de efectos sobre la salud en poblaciones no puede atribuirse de forma fiable a la exposición crónica a la radiación de baja LET para niveles que sean típicos de los niveles promedio globales del fondo radiactivo natural. Esto es debido a las incertidumbres asociadas a la evaluación de los riesgos a dosis bajas, la actual ausencia de biomarcadores específicos para la radiación para los efectos sobre la salud y al insuficiente poder estadístico de los estudios epidemiológi-

cos. Por lo tanto, el Comité Científico no recomienda multiplicar dosis muy bajas por un gran número de individuos para estimar el número de efectos sobre la salud inducidos por la radiación dentro de una población expuesta a incrementos de dosis a niveles equivalentes o inferiores a los niveles normales del fondo radiactivo natural.

- El Comité Científico señala que los organismos de salud pública deben asignar recursos de forma apropiada, y que esto puede implicar que se hagan proyecciones del número de efectos sobre la salud (como el cáncer) a dosis muy bajas para fines comparativos. Este método, aunque basado en suposiciones razonables, pero no probadas, podría ser útil para tales fines, siempre que se aplicara consistentemente, que las incertidumbres en las evaluaciones se tengan plenamente en cuenta, y se infiera que los efectos sobre la salud proyectados no son más que hipótesis.

Eduardo Sollet

Central Nuclear de Cofrentes. Asesor Técnico de Protección Radiológica

6º Taller de EUTERP

La Fundación EUTERP  se estableció en 2010 con el objetivo de consolidar proyectos previos relativos a la armonización en Europa de las diversas funciones asignadas a los expertos en protección radiológica (EPR) y el desarrollo de criterios para su reconocimiento mutuo entre los países europeos. Con el tiempo, está sirviendo de punto focal para la discusión, la puesta en común y el desarrollo de actividades de formación en protección radiológica en el ámbito europeo. Tiene como referencia más cercana los proyectos de investigación de la serie ENETRAP (*European Network on Education and Training in RAdiological Protection*), en la que, entre otras actividades, se han desarrollado un conjunto de cursos de formación adecuados para el EPR .

EUTERP organizó su sexto taller en Atenas, del 30 de septiembre al 2 de octubre de 2015, estando centrado en los cambios necesarios para adaptarse a la nueva Directiva sobre nuevas normas básicas de seguridad (2013/59/Euratom), cuya transposición en las legislaciones nacionales debe estar en vigor antes del 6 de febrero de 2018. Este será un desafío, que requerirá cambios en la legislación nacional, una revisión importante de las actividades de formación y nuevos enfoques para la cualificación y reconocimiento de los EPR, los Responsables de Protección Radiológica (RPR) y los Expertos en Física Médica (EFM). En las distintas sesiones, se trataron cuestiones como los roles del EPR y el RPR; el límite de dosis revisado para el cristalino; los planes de acción y los coeficientes de dosis para radón; la protección de los trabajadores exteriores; la respuesta en emergencias; la protección en procedimientos de imagen no médicos; la protección de tripulaciones aéreas; y las exposiciones médicas.

El taller contó con la presencia de 50 participantes de 19 Estados miembros europeos. La documentación, presentaciones y conclusiones del Taller pueden encontrarse en la página web del mismo .

Comité de redacción

El OIEA publica su informe sobre el accidente nuclear de Fukushima Daiichi



Durante más de dos años, 180 expertos de 42 Estados miembros del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) –entre ellos, cinco españoles– y varios organismos internacionales, han trabajado organizados en cinco grupos para elaborar el *Informe del OIEA sobre el Accidente Nuclear de Fukushima Daiichi*. Este informe fue concluido y publicado a finales de agosto de 2015, habiendo sido presentado en Madrid, el pasado 22

de septiembre, en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), por el coordinador del Grupo de Acción de Seguridad Nuclear del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), Gustavo Caruso.

El informe incide en las causas y las consecuencias del accidente ocurrido el 11 de marzo de 2011, así como en las conclusiones principales y lecciones aprendidas. Se ha estructurado en seis volúmenes (una memoria realizada suscrita por el director general del OIEA y cinco informes técnicos) que analizan los factores humanos, organizativos y técnicos, ofreciendo una visión de lo que sucedió y por qué, destacando la descripción y evaluación que se hace del accidente y de la respuesta llevada a cabo ante la emergencia, las consecuencias radiológicas que tuvo tanto para las personas como para el medio ambiente, así como la posterior y actual fase de recuperación en la que se encuentra la zona impactada por el mismo.

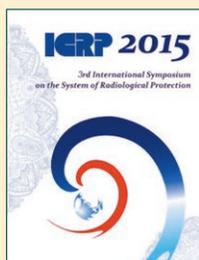
El objetivo del informe es ofrecer una información completa sobre el accidente y una referencia de primer nivel para los gobiernos, organismos reguladores, expertos y entidades explotadoras de las centrales nucleares de todo el mundo, de forma que ayude a que se puedan aplicar las lecciones aprendidas.

El informe del director general (con traducción al español ) y los cinco volúmenes técnicos, que fueron presentados en la pasada 59ª Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica pueden ser consultados en la página web del OIEA, a través del siguiente enlace .

Comité de redacción

Simposio internacional ICRP

Del 20 al 22 de octubre de 2015 tuvo lugar en Seúl (Corea) el Tercer Simposio Internacional de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), en el que se desarrollaron los principales temas en los que la Comisión está trabajando a través de sus cinco comités: El pasado y el futuro de la ICRP junto con la actividad de los comités; las situaciones de exposición existente y sus diferentes perspectivas (exposición de tripulantes aéreos, situaciones post-accidentales, sitios contaminados por herencia del pasado, la protección del medio ambiente en situaciones existentes); la protección radiológica en medicina en la



actualidad; la ciencia necesaria para la dosimetría de la radiación; los nuevos desarrollos para la comprensión de los efectos a la salud; así como los aspectos éticos de la protección radiológica. Todos ellos recibieron una gran atención y generaron vivos coloquios en cada una de las cinco sesiones principales del simposio.

En la página web de la ICRP se pueden encontrar los resúmenes de las intervenciones, las presentaciones e incluso los videos de las mismas, por lo que reúne un gran interés. Las actas serán publicadas próximamente y difundidas gratuitamente, lo que seguro que también interesa mucho a los socios y simpatizantes de la SEPR.

En combinación con el Simposio, se reunieron también la Comisión Principal y los Comités, desarrollando un trabajo del que presentaremos un resumen en el próximo número de **RADIOPROTECCIÓN**.

Comité de redacción

Workshop en Bruselas y 5ª Reunión Anual 2015 de la Red RENEb

A finales del pasado año 2015 tuvieron lugar dos eventos organizados por la Red Europea de Dosimetría Biológica RENEb. El 26 de noviembre, se celebró un workshop en el Parlamento Europeo de Bruselas en el que participaron miembros de la Red y representantes de las autoridades reguladoras en materia de seguridad nuclear y protección radiológica de los países integrantes de RENEb. Durante la primera parte de la reunión se presentaron las herramientas de dosimetría biológica de las que dispone la Red y como éstas pueden ayudar en la gestión de una emergencia radiológica a gran escala. En la segunda parte de la reunión se formaron dos grupos de trabajo donde se trataron temas sobre la gestión de emergencias radiológicas y sobre diferentes áreas de investigación. En el grupo de gestión de emergencias se expresó la necesidad de que los laboratorios de dosimetría biológica sean reconocidos por las autoridades y contemplados dentro de los planes nacionales de emergencia. Además, se remarcó que RENEb, dada su infraestructura y capacidades, puede jugar un rol esencial en la respuesta a emergen-

cias radiológicas no sólo a nivel europeo sino internacional. La opinión general del grupo de investigación fue la idoneidad de RENEb para impulsar y albergar la investigación en biodosimetría pero también en otras áreas relacionadas con la radiación como el área médica, la radioecología, la implantación de estándares de calidad, etc.

Con un hasta pronto, que no un adiós, se celebró la 5ª y última reunión de RENEb durante los días 2-4 del pasado mes de diciembre, en Lisboa, Portugal. En el transcurso de la reunión los representantes de los grupos de trabajo recopilaron los resultados de las intercomparaciones realizadas durante los cuatro años de proyecto con las diferentes técnicas de dosimetría biológica y dosimetría física retrospectiva. También se presentaron los datos de un simulacro de accidente radiológico llevado a cabo en los últimos meses en el que se presentaba un laboratorio cuyas capacidades habían sido desbordadas por la magnitud del accidente y solicitaba asistencia al resto de laboratorios de la red. Desde el grupo de dosimetría física retrospectiva se mostraron los resultados de un ejercicio adicional diseñado para observar la homogeneidad de dosis entre los diferentes equipos utilizados por los miembros de la Red. Desde el grupo de Garantía y Control de la Calidad se manifestó un especial interés en intentar considerar a RENEb como una entidad capaz de evaluar la competencia de laboratorios o personas en materia de dosimetría biológica. No obstante, como eje principal de la reunión se discutieron los pasos a seguir y compromisos a adquirir a largo plazo para asegurar la continuidad de la Red una vez terminado el proyecto. Para ello se expresó la necesidad de dotar a la Red de cierta legalidad y de establecer conexiones con otras plataformas nacionales e internacionales relacionadas con las emergencias radiológicas y la investigación. Hasta el momento, 24 organizaciones de 16 países europeos han firmado el *Memorandum of Understanding* que asegura la continuidad de la red, estando entre ellas las cuatro instituciones españolas (Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Universidad Autónoma de Barcelona, Hospital Universitario y Politécnico La Fe y Universidad de Sevilla). Como clausura, y entre fados portugueses, no faltaron las palabras de agradecimiento mutuo entre los miembros y coordinadores de la Red por la labor desempeñada y su total dedicación a este proyecto.

Natividad Sebastià, Alegria Montoro y Ulrike Kulka (coordinadora RENEb)



Proyecto DOPOES (CSN_UMA)

España se sitúa dentro de la media europea de dosis de radiación a la población

Tras 35 meses de trabajo (2011-2014) recopilando, analizando y estimando los valores de las dosis de radiación a la población como consecuencias de los procedimientos de

radiodiagnóstico, el proyecto DOPOES ha finalizado, con una participación de más de 40 hospitales.

Dicho proyecto ha sido coordinado por el Prof. Rafael Ruiz Cruces, a propuesta del Consejo de Seguridad Nuclear y la Universidad de Málaga.

DOPOES, acrónimo de DOsis Poblaciones en España, es un proyecto puesto en marcha por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Universidad de Málaga, para llevar a cabo prospecciones de los diferentes procedimientos de diagnóstico por imágenes basado en rayos X, empleados en los centros sanitarios españoles. Más de 40 centros aportaron toda la información disponible de los estudios radiológicos realizados en 2010 y 2011, lo cual ha permitido generar una

base de datos de más de 9 millones de procedimientos y 20 GB. Esto ha permitido desarrollar el más completo estudio en Europa si se compara con la metodología empleada por otros países, implementando un informe final que engloba los procedimientos utilizados en los centros, su frecuencia, y las dosis recibidas por los pacientes.

En cuanto a la metodología utilizada, se ha replicado la empleada en el *Report Radiation Protection n° 154*, editado por la Comisión Europea en 2008, tras la finalización del primer proyecto multinacional *Dose Datamed*. De cada comunidad autónoma se incluyó un hospital de referencia con mayor porcentaje de población asignada y un hospital de ámbito privado, para superar así la cuarentena de centros sanitarios involucrados en el estudio. Además, en la Comunidad Autónoma de Extremadura fue posible incluir datos aportados por el total de centros de la comunidad, lo cual permitió validar los resultados obtenidos, pues la incertidumbre de la dosis efectiva de radiaciones ionizantes per cápita fue menor al 5%, al comparar los datos derivados de los centros de referencia con aquellos aportados por los 18 hospitales existentes en suelo extremeño.

El profesor Rafael Ruiz Cruces también resalta algunas conclusiones de DOPOES:

- En España se realizan 46.331.250 de procedimientos radiológicos al año (según la media de los años 2010 y 2011), incluyendo aquellos utilizados en diagnósticos odontológicos, lo cual supone un procedimiento de RX por habitante aproximadamente.
- El valor de la dosis efectiva per cápita debida a procedimientos de radiodiagnóstico médico en España es de $0,97 \pm 0,35$ mSv. Cifra que cumple con la Directiva 2013/59 Euratom vigente, que recomienda un valor límite máximo para la exposición poblacional de 1 mSv.
- No se encontraron diferencias importantes entre los valores de las dosis efectivas aportados por los centros sanitarios públicos y privados.
- Navarra es la comunidad autónoma con menor valor de dosis efectiva per cápita con un valor de 0,74 mSv, frente a la Comunidad Autónoma de Canarias con un valor de 1,21 mSv como valor más alto. Al respecto, el profesor Ruiz Cruces explica que la diferencia entre las dosis estimadas depende de múltiples factores, entre los que se encuentran la disponibilidad o no de equipos digitales modernos que cuenten con sistemas radiológicos de reducción de dosis, la cantidad de procedimientos radiológicos anuales realizados, los protocolos hospitalarios, etc.

Este proyecto, que ha contado con el respaldo del Ministerio de Sanidad del Gobierno de España, ha permitido aportar datos al Proyecto Dose Datamed 2 auspiciado por la Comisión Europea. Debido al desfase temporal entre ambos proyectos, España sólo pudo aportar valores estimados con el 40% de la población estimada, con un valor de 1,1 mSv. Este valor, como puede observarse ha disminuido a 0,97 mSv con el estudio al 100%. Estos datos han permitido que España quede integrada con sus resultados en el Report Europeo PR-180.

Según la nueva legislación europea, Directiva 2013/59/Euratom del Consejo de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección

contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, se exige a los Estados miembros la necesidad de repetir periódicamente cada cinco años estas estimaciones de dosis poblacionales. Por ello, este informe seguirá vigente hasta el año 2018, cuando se publique la información recabada por DOPOES II durante los años 2016 y 2017.

Los resultados presentados son una buena oportunidad para disponer de un punto de referencia de la situación dosimétrica en España y en las distintas comunidades autónomas.

Rafael Ruiz Cruces.

Vicedecano de Gestión Económica y Sostenibilidad.

Profesor Titular de Radiología y Medicina Física.

Facultad de Medicina de Málaga.

EJP-Concert

Convocatoria abierta para financiar proyectos de I+D en protección radiológica en Europa, prevista para enero de 2016

El EJP-Concert (*European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research*) en Horizonte 2020, es una acción de cofinanciación diseñada para apoyar a los programas coordinados de investigación e innovación nacionales.

El EJP-Concert tiene previsto lanzar dos convocatorias abiertas para la financiación de proyectos de I+D en protección radiológica, con un presupuesto para ambas convocatorias de 17,2 millones de euros (de los cuales 12,0 millones serán aportados por la CE).

La primera convocatoria está prevista que se publique en enero de 2016, y contará con un presupuesto de 10,4 millones de euros (de los cuales, 7,3 serán aportados por la CE).

El objetivo de esta primera convocatoria es dar apoyo a proyectos de investigación transnacionales que combinen enfoques innovadores en el campo de la protección radiológica. Asimismo, persigue integrar las actividades de educación y formación y la colaboración con las universidades en proyectos de investigación multidisciplinarios. Por último, la convocatoria pretende optimizar el uso de las infraestructuras de investigación existentes.

Los proyectos propuestos en la primera convocatoria deberán cubrir una de las siguientes áreas de investigación, considerándose ambas de igual relevancia:

- Mejora de la evaluación de los riesgos para la salud asociados con la exposición a dosis y tasas de dosis bajas de radiación.
- Reducción de las incertidumbres en la evaluación de riesgos radiológicos en humanos y ecosistemas y gestión de emergencias nucleares y situaciones de exposición existentes, incluyendo NORM.

Cada propuesta deberá incluir al menos tres socios de investigación independientes, de al menos tres Estados miembros diferentes de Euratom o países asociados, que colaboren en el proyecto propuesto y soliciten de manera conjunta la financiación.

La CE ha definido cuatro formas de participar en el EJP-Concert:

- *Programme Owner* (PO). Por lo general los ministerios nacionales/autoridades regionales responsables de la definición, financiación o gestión de los programas llevados a cabo

a nivel nacional o regional. El PO puede ser a la vez PM (POM).

- **Programme Manager (PM).** Se identifica con centros de investigación, agencias financiadoras u otras entidades –no necesariamente públicas– que implementen los programas nacionales o regionales de investigación e innovación bajo la supervisión de los PO. La participación de aquellos PM que no son PO tiene que ser por mandato de las autoridades nacionales o regionales responsables.
- **Link Third Party (LTP).** Entidad asociada al PO o PM a través de un acuerdo estructural y al que se le ha asignado una tarea en el EJP-Concert.
- **Third Party (TP).** Todas aquellas organizaciones/instituciones que formen parte de una propuesta aprobada en las convocatorias abiertas lanzadas por EJP-Concert.

En el área de protección radiológica, en España el PO es el Ministerio de Economía y Competitividad (Mineco), que administra los fondos de I+D, a través del Plan Nacional de I+D. El Ministerio ha asignado al Ciemat el papel de PM. Como tal, el Ciemat se ha integrado en un consorcio europeo Concert. El CREAL es LTP del Ciemat.

Las entidades que formen parte del EJP Concert como PO, PM o LTP podrán participar en los proyectos (que finalmente resulten aprobados en las convocatorias abiertas de EJP Concert) aportando su cofinanciación (en principio, un 30 % del

- coste del proyecto) como contribución en especies. Los PO, PM y LTP pueden incluir en sus costes financiables un 25 % de costes indirectos.

Las otras organizaciones que participen en tales proyectos (consideradas TP) podrán participar en los proyectos (que finalmente resulten aprobados en las convocatorias abiertas de EJP Concert) aportando su cofinanciación (en principio, un 30 % del coste del proyecto) en efectivo. Esta cofinanciación será gestionada por el PO y/o PM nacional. En el caso de España, el Ciemat, como PM, será el encargado de gestionar la cofinanciación aportada por el Mineco para la participación de los grupos de investigación españoles. Los TP no podrán incluir en sus costes financiables los costes indirectos.

El EJP-Concert está abierto a la incorporación de nuevos PO, PM y LTP, si bien para ello será necesario hacer los cambios oportunos en el *Consortium Agreement*.

La 2ª convocatoria del EJP-Concert está prevista para enero de 2017 y cuenta con un presupuesto de 6,8 millones de euros (de los cuales 4,7 serán aportados por la CE).

La 1ª convocatoria del EJP-Concert será publicada en la página web del proyecto, en . En esta página se puede encontrar más información sobre el EJP-Concert.

Almudena Real
Representante del Ciemat en EJP-Concert

PUBLICACIONES

Lise Meitner... y la energía del uranio

Javier Castelo Torras

Sociedad Nuclear Española (SNE).

Grupo SENDA.

Madrid, 2015

Considero como casi de obligado cumplimiento para todo persona interesada en la física moderna y más si es mujer, conocer la vida y la obra de esta científica austríaca, nacida en 1878, a quien Einstein llamaba, afectuosamente, “nuestra pequeña Curie”. El motivo es sencillo, fue pionera de la física nuclear, pero sobretodo una científica que no perdió nunca su humanidad, como reza la inscripción de su lápida. Conocer la biografía de Meitner es, al igual que la de Marie Curie, un aliciente motivador de vocaciones científicas para nuestras jóvenes estudiantes.

La vida de Lise Meitner fue una carrera de obstáculos, por su condición de ser mujer, judía, refugiada y emigrante, que no impidieron que alcanzara su ilusión de adolescente: ser científica. No pudo acceder a la universidad hasta los 23 años, ya que el emperador Francisco José no permitía su acceso a las mujeres.

No consiguió su primera remuneración hasta los 34 años. Formó equipo con Otto Hahn para descifrar qué sucedía al uranio al ser bombardeado con neutrones. Esto mismo hacían varios grupos en Europa: Rutherford y Chadwick en Inglaterra, el matrimonio Joliot-Curie en Francia y el grupo de Fermi en Italia (que fue el que había iniciado esta investigación).



Llevaran cuatro años de intensas investigaciones sobre ello cuando con la llegada de Hitler al poder en Alemania y con la anexión de Austria, Lise fue cesada por poseer 25 % de sangre judía. Con la ayuda de científicos amigos consiguió burlar a las autoridades alemanas y huir a Holanda y obtener un puesto como investigadora en Suecia, con un modesto estipendio.

Fue justo al poco tiempo después de llegar a Suecia, durante las Na-

vidades de 1938 que hizo su principal contribución a la ciencia. Estaba leyendo a su sobrino Otto Frisch, físico también, la carta que había recibido de su compañero de investigación Hahn, cuando, después de hacer unos cálculos en un pedazo de papel, llegó a la conclusión de que el resultado obtenido por Hahn sobre los elementos encontrados después de un nuevo bombardeo del uranio con neutrones, era debido a que se producía una rotura en dos partes del núcleo del uranio y con un desprendimiento enorme de energía. Ella y su sobrino decidieron llamar al nuevo proceso descubierto: fisión nuclear.

A pesar de que su descubrimiento es la base científica de la bomba atómica, Lise rehusó participar en el proyecto Manhattan para la fabricación de la primera bomba atómica que sería lanzada sobre Japón, en la Segunda Guerra Mundial.

La obra nos muestra la vida de Lise Meitner cronológicamente, aunando información biográfica con vivencias personales y descubrimientos científicos dentro de un marco histórico que nos permite comprender qué representó y representa para la historia de la ciencia la trayectoria de esta gran científica. Consta de un prólogo, diecisiete capítulos, un epílogo, cuatro apéndices, bibliografía y agradecimientos. Todo ello ilustrado con imágenes que hacen referencia tanto a aspectos personales de su vida, sus relaciones de trabajo o amistad con otros científicos como figuras o esquemas sobre sus investigaciones.

El libro nació propuesto por la Sociedad Nuclear Española, y, básicamente, destinado a profesionales de la ciencia y de la técnica nuclear. Sin embargo, merece la pena señalar de esta biografía, la visión integradora de vida, obra y contexto histórico que nos da de su protagonista. El autor, en la línea de dar a conocer a Lise, de quien se ha reconocido su valiosa aportación en el campo de la ciencia, pero que ha sido la gran desconocida entre el gran público y al mismo tiempo de reivindicar la figura de la mujer científica, presenta la obra con un perfil pedagógico comprensible y ameno para poder interesar a la inmensa mayoría.

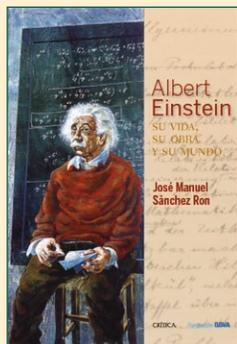
Los interesados en conseguir un ejemplar en papel pueden solicitarlo en la sede de la SNE, C/ Campoamor 17 1º. 28004 Madrid.

Javier Castelo Torras

Albert Einstein: su vida, su obra y su mundo

José Manuel Sánchez Ron

Noviembre-2015, 500 páginas
Fundación BBVA y Crítica



El profesor José Manuel Sánchez Ron, catedrático de Historia de la Ciencia y miembro de la Real Academia Española, además de reconocido experto en la obra y el mundo de Einstein, ha escrito este libro que no dejará indiferentes a sus lectores. Como indica en el prefacio de la obra "treinta y dos años más tarde, y después de haber publicado no pocos artículos sobre distintos apartados de la historia de las teorías especial y general de la relatividad,

vuelvo al tema en forma de libro, pero desde una perspectiva mucho más amplia y completa, que no se restringe a las teorías de la relatividad, pretendiendo abarcar toda la obra de Einstein, al igual que su biografía, entendida de la manera más amplia posible". La aparición del libro coincide además con los cien años de la presentación definitiva de la teoría de la relatividad general, que "para algunos –entre los que me encuentro–, es la construcción teórica más original de toda la historia de la ciencia", afirma Sánchez Ron.

El libro ha sido publicado por la Fundación BBVA y la Editorial Crítica, teniendo un precio muy modesto dada su muy cuidada edición, profusamente ilustrada. Sánchez Ron desgana, a lo largo de diecisiete capítulos, los aspectos principales

de la evolución de la física, desde la dinámica clásica hasta la física cuántica, engranándolos con los episodios principales de la vida de Einstein.

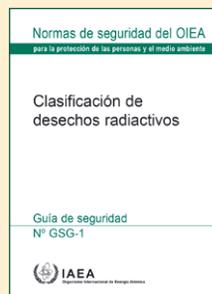
Considerado por la revista *Time* como «Personaje del siglo XX», Albert Einstein (1879-1955) dejó una huella imborrable en la ciencia y fue testigo y, en ocasiones, protagonista excepcional de algunos de los principales acontecimientos sociopolíticos de la primera mitad del pasado siglo. Su biografía, en la que lo personal se conjuga con lo colectivo, ayuda a comprender aquel dramático periodo de la historia mundial.

Más información en:

Publicaciones IAEA

CLASIFICACIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS. GUÍA DE SEGURIDAD

Nº GSG-1



Esta publicación es una revisión de la anterior guía de seguridad con el mismo título publicado en 1994. En esta guía se recomiendan estrategias de gestión de residuos revisados que reflejan cambios en las prácticas y enfoques desde entonces. Se establece un sistema de clasificación para la gestión de los residuos antes de su eliminación y para su eliminación, todo ello impulsado por consideraciones de seguridad

a largo plazo.

ISBN:978-92-0-307414-8

Disponible en:

PREPAREDNESS AND RESPONSE FOR A NUCLEAR OR RADIOLOGICAL EMERGENCY

No. GSR-7

Esta publicación, patrocinada conjuntamente por la FAO, OIEA, OACI, OIT, OMI, INTERPOL, AEN/OCDE, OPS, CTBTO, PNUMA, OCAH, la OMS y la OMM, es una nueva edición de los requisitos de seguridad para la preparación y respuesta ante una emergencia radiológica nuclear, en la que se tiene en cuenta la última experiencia y desarrollos en la zona. Reemplaza la edición anterior de requisitos de seguridad para la preparación y respuesta a emergencias,

Colección de Normas de Seguridad No. GS-R-2, que fue publicado en el año 2002.

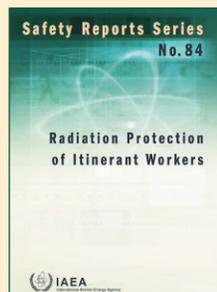
Esta publicación establece los requisitos para garantizar un nivel adecuado de preparación y respuesta para una emergencia radiológica o nuclear, independientemente de su causa. Estos requisitos de seguridad están destinados a ser utilizados por los gobiernos, las organizaciones de respuesta en emergencia, otras autoridades a nivel local, regional y nacional, las organizaciones que operan y el órgano regulador, así como por las organizaciones.

ISBN:978-92-0-105715-0

Disponible en:

RADIATION PROTECTION OF ITINERANT WORKERS

Safety Reports Series No.84



Esta publicación aborda cuestiones de protección y seguridad de aquellos trabajadores que realizan su actividad en zonas vigiladas y/o controladas de varias instalaciones sin pertenecer a la plantilla del centro en cuestión, llamados trabajadores itinerantes. Se describen mecanismos de gestión así como seguimiento y control de dosis para garantizar la protección y seguridad de los trabajadores itinerantes.

ISBN:978-92-0-102215-8

Disponible en:

Publicaciones EURADOS

EURADOS Report 2015-03: Technical aspects on DAP calibration and CT calibration



Este informe es el resultado final y el resumen del trabajo llevado a cabo por el grupo de trabajo WG12 de EURADOS, Subgrupo SG3: Aspectos técnicos sobre la calibración KAP (Producto Kerma Área o DAP) y la calibración en tomografía computarizada (CT).

En este informe se revisan los problemas recientes en cuanto a la determinación de dosis exacta en radiología intervencionista (RI) y en CT, así como los resultados de la comparación de las calibraciones KAP tanto a nivel de laboratorios como en hospitales, incluyendo algunas conclusiones y recomendaciones.

ISBN 978-3-943701-10-4

Disponible en:

EURADOS Report 2015-04: Quality Assurance in Individual Monitoring for External Radiation - Results of EURADOS Survey 2012.



Este informe detalla los principales resultados de la encuesta realizada en Europa por el grupo de trabajo GT2, Armonización de la vigilancia individual, que constituye una red de instituciones y servicios de vigilancia individual (IMSS).

La encuesta se envió a 170 servicios europeos y trató de evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad, en especial a la trazabilidad y la validación de métodos y ensayos.

Además, se compararon los resultados obtenidos con los del estudio anterior en 2003.

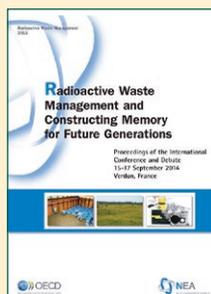
ISBN: 978-3-943701-11-1

Disponible en:

Publicaciones NEA

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT AND CONSTRUCTING MEMORY FOR FUTURE GENERATIONS

NEA No. 7259



Este informe recoge las actas de la Conferencia Internacional sobre la Gestión de los Residuos Radiactivos y la elaboración de la Memoria de los mismos para las Generaciones Futuras, celebrada en Septiembre del 2014 en Verdun, Francia.

Disponible en:

CONVOCATORIAS 2016

“más información en www.sepr.es”

FEBRERO

• ICRP Symposium on Radiological Protection Dosimetry

El próximo jueves 18 de febrero 2016 tendrá lugar en la Universidad de Tokio (Facultad de Ingeniería Bldg.2, Campus Hongo) un Simposio sobre Protección Radiológica, organizado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) con el apoyo de la Fundación Nipona. Los principales bloques temáticos previstos son los siguientes:

- Bases Científicas de cálculos de dosis.
- Estado actual del desarrollo de modelos y datos.
- Aplicación de los modelos y datos para evaluar las dosis de los trabajadores y el público en las exposiciones ambientales tras liberaciones accidentales, evaluación de riesgos y vigilancia de la radiación.

- Uso de Dosis Equivalente y efectiva como magnitudes de protección.
 - Investigaciones y desarrollos futuros.
- La asistencia es gratuita sin embargo, es necesario inscribirse ya que existe un aforo limitado a 200 personas.

• V Congreso Nacional de Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico (ACTEDI)

Entre el 19 y el 20 de febrero del 2016, tendrá lugar en el Auditorio AXA (Av. Diagonal, 547 08029 Barcelona) el V Congreso Nacional de Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico organizado por la Asociación Catalana de Técnicos en imagen para el diagnóstico (ACTEDI).

El congreso comenzará con una presentación de casos clínicos y sesiones interactivas. Por la tarde una vez inaugurado

el congreso, durante dos días se tratarán los siguientes temas:

- *Lo que el viento se llevó*, imágenes que no volveremos a ver en radiología.
- Biomarcadores de riesgo subclínico asociados al síndrome metabólico.
- Avances en la imagen molecular.
- Radiología aplicada en estudios antropológicos.
- Tendencias y futuro de la gestión de datos en Servicio de Radiología.
- Requisitos mínimos del técnico para el estudio de la mama.
- RX de tórax en pediatría, aprender de algunos errores (la importancia del detalle).
- Rol del TER en Radiología Pediátrica.
- Resonancia Magnética Funcional.
- Novedades en TC.
- Planificación quirúrgica en cirugía maxilofacial.
- Intervencionismo percutáneo guiado por TC.
- Biopsia guiada por tomosíntesis.

Podrán presentarse comunicaciones orales o pósters electrónicos para las áreas establecidas en el Congreso.

Más información en: 

• **International Conference on Human and Organizational Aspects of Assuring Nuclear Safety – Exploring 30 Years of Safety Culture**

Entre el 22 y el 26 de febrero del 2016, tendrá lugar en la sede del OIEA (Viena, Austria) una conferencia Internacional sobre los aspectos humanos y organizativos para garantizar la seguridad nuclear y su evolución durante los últimos 30 años. El OIEA organiza esta conferencia para reflexionar y compartir experiencias relacionadas con el papel fundamental que los aspectos humanos y organizativos desempeñan en la seguridad nuclear. Las operaciones nucleares comprenden un sistema sociotécnico complejo y dinámico, por ello los factores humanos y organizativos deben ser gestionados de manera proactiva para asegurar una actuación segura. Los objetivos de la conferencia serán:

- Revisar la experiencia adquirida con respecto a los factores humanos y organizativos y la cultura de seguridad.
- Recoger experiencias relacionadas con los acontecimientos actuales, enfoques, métodos y la investigación en las áreas de HOF y la cultura de seguridad.
- Identificar las necesidades futuras para la construcción de capacidades de resiliencia de la organización con el fin de fortalecer la defensa de las instalaciones y actividades nucleares.

El enfoque especial de la conferencia será la cultura de seguridad y su evolución durante los últimos 30 años.

Más información en: 

• **Las Centrales Nucleares en 2015. Experiencias y Perspectivas**

El próximo 25 de febrero del 2016, tendrá lugar en el Salón de Actos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid una Jornada sobre "Las Centrales Nucleares en 2015. Experiencias y Perspectivas" organizada por la Sociedad Nuclear Española.

Más información en: 

MARZO

• **V Congreso de PCR-CPLP**

Del 10 al 12 de marzo de 2016 tendrá lugar en Coimbra (Portugal) el V Congreso de Protección Radiológica de la Comunidad de Países de Lengua Portuguesa, organizado por la Sociedad Portuguesa de Protección Radiológica (SPPCR) y la Sociedad Brasileña de Protección Radiológica (SBPR). El Congreso reunirá a profesionales de todas las áreas que se ocupan de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, producidas de forma natural o como resultado de la actividad humana, brindará la oportunidad de intercambiar experiencias y establecer relaciones entre los participantes. El evento contará con el apoyo de la Universidad de Coimbra y de la Escuela de Tecnología de la Salud de Coimbra, con un programa técnico y científico diverso que abarca todos los aspectos de la protección radiológica. También contará con un programa social que incluirá, entre otras actividades, visita al circuito histórico de la Universidad de Coimbra, una de las universidades más antiguas del mundo recientemente nombrada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

Más información en: 

• **XVI Reunión convenio UNESA-HGUGM**

En próximo 11 de marzo de 2016, tendrá lugar en el Aula Materno Infantil del Hospital Universitario Gregorio Marañón una jornada sobre la radiofobia y otras patologías psico-emocionales en relación con las radiaciones ionizantes y acerca de patologías supuestamente asociadas a las bajas dosis de radiaciones ionizantes en trabajadores expuestos. Es necesario inscribirse comunicando nombre, apellidos y puesto y lugar de trabajo en:  o .

• **16th European ALARA Network Workshop ALARA in Industrial Radiography. How can it be improved?**

Entre el 14 y 16 de marzo del 2016, tendrá lugar en el edificio principal de la Oficina Federal de Salud Pública (Berna, Suiza) el decimosexto workshop europeo ALARA sobre radiografía industrial.

Los objetivos del taller son:

- Revisar las conclusiones y recomendaciones de la 5ª taller EAN, celebrado en Roma en 2001, y determinar si se ha producido alguna mejora real.
- Comprobar qué más se podría hacer para mejorar la seguridad radiológica en radiografía industrial y garantizar que las exposiciones son ALARA.

El taller constará de presentaciones destinadas a poner de relieve las cuestiones principales, y una parte importante del programa se dedicará a debates en grupos de trabajo. Los temas de los grupos de trabajo serán:

1. Equipos de radiografía: ¿podemos hacer que sean más seguros?
2. Aprender de los accidentes de radiografía: ¿cómo evitar que vuelvan a ocurrir?
3. Formación y Cultura de Seguridad: ¿cómo puede mejorarse?
4. El proceso de ALARA en radiografía: establecer restricciones de dosis y riesgo adecuados.

Más información en: 

• **Chernobyl: 30 años después**

El 15 de marzo del 2016, tendrá lugar en la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) (París, Francia) la Jornada "Chernobyl 30 años después", organizada por la Sociedad Francesa de Protección Radiológica (SFRP).

El objetivo de la jornada es presentar una revisión de la situación treinta años después del accidente de la central nuclear de Chernobyl. Esta evaluación se centrará en la situación de la instalación y su configuración de seguridad, el estado del medio ambiente, la gestión de residuos, exposición de los trabajadores y de las poblaciones y la vigilancia de la salud de las poblaciones expuestas.

Más información en: 

ABRIL

• **I Basic training course in radon metrology and control + IV ERA radon workshop**

Entre el 25 y el 27 de abril del 2016, tendrá lugar en Ciudad Rodrigo (Salamanca) el primer curso de Formación Básica de medida y control del radón organizado por el Grupo de Radón de la Universidad de Cantabria. El curso se impartirá en el Laboratorio de Radiación Natural (LNR), ubicado en una antigua mina de uranio de ENUSA.

Entre el 28 y el 29 de abril del 2016, se celebrará el IV Taller de la Asociación Europea del Radón (ERA) sobre la exposición ocupacional al radón en la sala de conferencias de Ciudad Rodrigo. El mismo 29 de abril tendrá lugar a continuación la cuarta asamblea general de la ERA.

Uno de los oradores con los que contará el taller será Steve Mahoney (presidente y director general del Instituto de Seguridad Radiológica de Canadá). Además, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) dará una charla sobre la legislación española vigente para proteger a los trabajadores contra la exposición al radón.

Más información en: 

• **International Conference on Effective Nuclear Regulatory Systems: Sustaining Improvements Globally**

Entre el 11 y el 15 de abril del 2016, tendrá lugar en la sede del OIEA (Viena, Austria) una conferencia internacional sobre la eficacia de los sistemas de reglamentación nuclear y el mantenimiento de las mejoras a nivel mundial.

Esta conferencia está organizada por el OIEA y será la cuarta de una serie de conferencias sobre sistemas eficaces de reglamentación nuclear. Las tres conferencias anteriores se celebraron en Ottawa (Canadá), en 2013, en Ciudad del Cabo (Sudáfrica), en 2009 y en Moscú (Rusia), en 2006. Sobre la base de las conclusiones y deliberaciones de estos eventos, se celebrará la conferencia de abril del 2016.

Los objetivos y resultados esperados de la conferencia serán:

- Mejorar la protección y seguridad de las instalaciones nucleares a nivel mundial.
- Desafíos en la regulación de las fuentes de radiación y residuos radiactivos.
- Mejora de la cooperación internacional para el mantenimiento de la eficacia reguladora.

- - Fortalecimiento de la competencia reguladora.
- - Identificar estrategias y acciones futuras, así como temas evaluables por los gobiernos, los organismos reguladores y organizaciones internacionales.

Más información en: 

MAYO

• **IRPA 14 - Novedades: 3er anuncio**

El decimocuarto Congreso IRPA se celebrará del 9 al 13 de mayo de 2016 en el Centro Internacional de Convenciones de Ciudad del Cabo (Sudáfrica) bajo el lema *Practising Radiation Protection*.

Esta edición coincide con el 50 aniversario de la celebración del primer congreso IRPA y además es el primero en celebrarse en el continente africano.

Más información en: 

• **Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research**

Entre el 23 y el 27 de mayo de 2016 tendrá lugar la Cuarta conferencia internacional sobre la radiación y aplicaciones en diversos campos de la investigación (RAD 2016) que se celebrará en Nis, Serbia. El congreso está organizado por la Asociación de RAD en colaboración con la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Nis.

El objetivo de la conferencia es proporcionar un foro para investigadores y profesionales de diversos campos (biología, química, física, medicina, protección del medio ambiente, electrónica, etc) que trabajan con las radiaciones ionizantes y no ionizantes, así como otras áreas vinculadas a ellos, para intercambiar y discutir sus hallazgos y experiencias. El programa de la conferencia incluye conferencias de actualidad, presentaciones orales y posters. El idioma oficial de la conferencia es el inglés.

Más información en: 

• **Joint ICTP-IAEA Workshop on Computed Tomography: Quality Control, Dosimetry and Optimization**

Entre el 2 y 13 de mayo del 2016, tendrá lugar en la sede del Centro Internacional de Física Teórica de la Unesco (Trieste, Italia) un taller de tomografía computarizada (TC) organizado por la Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP).

El propósito del taller es intercambiar conocimientos avanzados sobre la física y las innovaciones tecnológicas aplicadas en TC, los procedimientos de control de calidad y dosimetría. Las estrategias de optimización para lograr una calidad de imagen de diagnóstico a menor dosis de radiación, también se abordarán ampliamente.

El taller está dirigido a físicos médicos con experiencia de trabajo en hospitales, y profesores de física médica y formación de posgrado de todos los países (incluidos los países en desarrollo). Los científicos y estudiantes de todos los países que son miembros de las Naciones Unidas, la Unesco o el OIEA también pueden asistir al taller.

Más información en: 

- **International Conference on Advancing the Global Implementation of Decommissioning and Environmental Remediation Programmes**

Entre el 23 y el 27 de mayo del 2016, tendrá lugar en Madrid una conferencia Internacional sobre el avance de la implementación de los programas de Desmantelamiento y remediación Ambiental organizada por Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA).

En la conferencia se expondrán y revisarán los retos, logros y lecciones aprendidas de los programas de desmantelamiento y remediación ambiental que se han implementado durante la década pasada.

Los objetivos clave serán:

- La sensibilización sobre la importancia de abordar los legados de actividades pasadas.
- La identificación de las necesidades prioritarias actuales.
- Proporcionar recomendaciones sobre estrategias y enfoques que puedan permitir y mejorar la aplicación segura y rentable de los programas nacionales e internacionales durante la próxima/s década/s.

Más información en: 

JUNIO

- **ISOE International Symposium on occupational exposure management at nuclear facilities**

Entre el 1 y el 3 de junio de 2016 tendrá lugar en Bruselas (Bélgica) un congreso internacional sobre la gestión de la dosis ocupacional en instalaciones nucleares organizado por el sistema de información de exposición ocupacional (ISOE) en colaboración con Electrabel. La Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE (NEA) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) copatrocinan este simposio.

Los principales objetivos del congreso son:

- Proporcionar un gran foro de intercambio de información de las exposiciones ocupacionales en centrales nucleares (prácticas, gestión, procedimiento, reducción de dosis, mejoras de técnicas y herramientas, etc).
- Permitir que suministradores puedan presentar sus últimas experiencias y desarrollos en materia de protección radiológica (técnicas de medición, funcionamiento y mejoras en el diseño de las plantas, prácticas ALARA durante la operación y paradas, etc.) en exposiciones.

Más información en: 

- **IX Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental**

Del 15 al 17 de junio del 2016 se celebrará la novena edición de las Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental en Sitges (Barcelona). En esta ocasión estarán organizadas por el Laboratorio de Radiología Ambiental de la Universidad de Barcelona (LRA-UB).

El programa de las jornadas está estructurado en cuatro sesiones en las que se presentarán diferentes temas que son de interés para los profesionales de los laboratorios involucrados en el control de la radiactividad, y una sesión destinada a los jóvenes investigadores en la que se presentarán nuevas aportaciones relacionadas con la investigación e innovación llevada a cabo en los diferentes laboratorios.

- La Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), dentro de su política de estímulo a la integración de los jóvenes, concederá dos ayudas de 300 €/ayuda, destinadas a sufragar los gastos de inscripción y asistencia a las Jornadas, a los dos jóvenes investigadores cuyas ponencias sean consideradas como de mayor calidad científica. Las ponencias serán valoradas una vez sean expuestas en la Sesión de Jóvenes Investigadores programada para el jueves 12 de junio.

- La Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) publicará en la revista **RADIOPROTECCIÓN**, a modo de artículo científico, la mejor ponencia de las seleccionadas en función de su calidad científica. En su momento se informará acerca de las normas de publicación.

- La fecha límite de envío de comunicaciones, sólo abstracts-resúmenes (ponencias jóvenes investigadores), se ha prorrogado hasta el 5 de febrero de 2016.

- En la página web los interesados podrán inscribirse rellenando el formulario de inscripción *on line* y consultar el programa, las posibilidades de alojamiento, etc. La fecha límite de inscripción con cuota reducida es el 12 de marzo de 2016.

Más información en: 

JULIO

- **SSD18 - 18th International Conference on Solid State Dosimetry**

Esta conferencia internacional tendrá lugar en Múnich del 3 al 8 de julio de 2016. Los principales bloques temáticos previstos son los siguientes:

- Procesos físicos básicos
- Materiales
- Monitorización y detección
- Dosimetría clínica
- Reconstrucción de dosis y datación
- Instrumentación y detectores

Más información en: 

OCTUBRE

- **Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina**

Los próximos días 18, 19 y 20 de octubre de 2016, tendrá lugar en la Casa de América (Palacio de Linares), la Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina organizada por:

- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (MSSSI)
- Consejo de Seguridad Nuclear de España (CSN).
- Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).
- Asociación Internacional de Radioprotección (IRPA).
- Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO).

Los interesados deberán inscribirse en la página web correspondiente, una vez sea dada de alta a partir del mes de octubre de 2015. Los participantes no deberán abonar cuota de registro.

• **Eighth International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VIII)**

Entre el 18 y el 21 de octubre de 2016 tendrá lugar en Río de Janeiro (Brasil) el octavo congreso internacional sobre materiales NORM organizado por el Instituto de Protección Radiológica y Dosimetría (IRD) en colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Como consecuencia de los cambios introducidos por el Título VII de la Directiva Europea 96/29, se organizó un simposio internacional en Amsterdam (Países Bajos) en 1997, que se convirtió en el primero de la serie de congresos NORM. El segundo (NORM II) se organizó en Krefel (Alemania) en 1998, el NORM III en Bruselas (Bélgica) en 2001, NORM IV en Szczyrk (Polonia) en 2004, NORM V en Sevilla (España) en 2007, NORM VI en Marrakesh (Marruecos) en 2010 y el último, el NORM VII, se celebró en Beijing (China) en 2013.

Puede consultarse la información sobre el pasado NORM VII en la web del OIEA , y los proceedings, publicados en 2015 en el documento STI/PUB/1664 del OIEA .

El congreso de 2016 abordará el control radiológico de los materiales radiactivos naturales (NORM), incluirá resultados de nuevas investigaciones y el estudio de casos prácticos de aplicaciones industriales y las prácticas de eliminación de residuos. También se evaluará la aplicación práctica de las normas internacionales y nacionales, así como la identificación de nuevas necesidades de la sociedad y requisitos técnicos de los reguladores y la industria. Por último se expondrán las posibles soluciones para el uso, reciclado y eliminación de residuos NORM y la calidad de la toma de muestras y mediciones.

La información sobre este congreso se irá actualizando a medida que se publique. Los interesados podrán acceder a más información en el siguiente enlace y documento adjunto.

Más información en: 

• **4th International Symposium on the System of Radiological Protection**

Del 9 al 11 de octubre de 2017 se celebrará en París el 4º Simposio Internacional sobre el Sistema de Protección Radiológica organizado por ICRP.

Los interesados podrán acceder a las actualizaciones en el siguiente enlace a medida que sean publicadas.

Más información en: 

• **ENC 2016 - The European Forum to discuss Nuclear Science & Technology Issues, Opportunities & Challenges**

Entre el 9 y 13 de octubre del 2016, tendrá lugar en Varsovia la Conferencia Nuclear Europea (ENC). Este evento ha sido organizado por la Sociedad Nuclear Europea (ENS) con el patrocinio del Ministerio de Economía de Polonia y en colaboración con la ANS (American Nuclear Society) y NCBJ (Narodowe Centrum Badán Jadrowych).

La Conferencia Nuclear Europea (ENC) proporciona una plataforma para la comunidad del ámbito nuclear con el objeto de compartir experiencias y conocimientos sobre los

últimos avances en la investigación nuclear y sus aplicaciones prácticas. Además, será un punto de reunión entre los científicos, representantes de la industria, los responsables políticos y los ciudadanos sobre cuestiones de la comunidad científica nuclear.

Los interesados que deseen compartir sus conocimientos y participar en este prestigioso evento, deberán enviar su resumen antes del 1 de marzo 2016. Otras fechas de interés del evento serán:

- Notificación de autores: 30 de abril 2016.
- Plazo de presentación de los documentos completos que soliciten una revisión: 30 de junio 2016.
- Revisión de trabajos completos y notificación autor: 31 de agosto 2016.
- Plazo de presentación de documentos completos y resúmenes extendidos: 15 de septiembre 2016.
- Plazo de presentación de CV y PowerPoint presentaciones: 01 de octubre 2016.

La Conferencia Nuclear Europea (ENC) también será una oportunidad para que los profesionales senior y junior se reúnan en una conferencia internacional de alto nivel. La ENC 2016 ofrecerá oportunidades atractivas para los profesionales jóvenes en estrecha colaboración con la generación joven de la ENS:

- Programa de Apoyo a la generación joven.
- El Premio a la Excelencia Generación Joven.
- Asesoramiento profesional.

Más información en: 

• **EANM'16 - 29 Congreso Anual de la Asociación Europea de Medicina Nuclear**

Entre el 15 y el 19 de octubre del 2016, tendrá lugar en el Centro de Convenciones Internacional de Barcelona el Congreso Anual de la Asociación Europea de Medicina Nuclear.

Más información en: 

• **XLV Reunión Anual de Neurorradiología**

Entre el 27 y el 29 de octubre del 2016, tendrá lugar en Valencia la XLV Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurorradiología.

El Congreso constará de cursos de refresco, comunicaciones y debates científicos con ponentes que defenderán posiciones diferentes.

El jueves 27, en el marco de las actividades educativas previas al congreso, se desarrollará un curso precongreso que estará focalizado en la patología de cuello y base de cráneo. Se revisará la patología tumoral, diagnóstico y tratamiento.

Más información en: 

• **42ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española**

Entre el 28 y el 30 de septiembre del 2016, tendrá lugar en el Palacio de Exposiciones y Congresos de Santander la 42ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, con Nucenor como empresa anfitriona.

Más información en: 

CURSOS 2015-2016

FEBRERO 2016

Curso Técnico Experto en Protección Radiológica-Instalaciones Radiactivas (on-line y presencial) (Ciemat)

Organizado por: CIEMAT (Unidad de Formación en Energía y Medioambiente). Con la colaboración de Unesa y Enresa.

Fecha y Lugar: del 22 de febrero al 3 de junio de 2016 (on line). Del 6 al 10 de junio de 2016 (presencial) CIEMAT. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid.

Objetivo: Proporcionar la formación requerida para el reconocimiento como Técnico experto en protección radiológica de un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica en la modalidad de instalaciones radiactivas (IS-03 del CSN).

Inscripción on line:  *Documentos:* 

Curso de Capacitación para Operadores de Instalaciones Radiactivas (CIEMAT)

Organizado por: CIEMAT (Unidad de Formación en Energía y Medio Ambiente). Con la colaboración de Unesa y Enresa.

Fecha y Lugar: 29 de febrero al 11 de marzo. CIEMAT. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid.

Cuota: 600 euros, Se prevé un número reducido de cuotas reducidas (300 euros) para estudiantes o postgraduados en situación de desempleo.

Objetivo: Garantizar la formación y capacitación de las personas que necesiten optar a la licencia de Operador de IIRR. El curso incluye conocimientos específicos de los campos de aplicación Medicina Nuclear, Radioterapia, fuentes no encapsuladas, Radiografía Industrial y Control de Procesos y Técnicas Analíticas.

Dirigido a: Personas que deseen adquirir los conocimientos necesarios para operar en IIRR, con formación, como mínimo, de Enseñanza Secundaria Obligatoria o titulación equivalente. Programa homologado por el CSN.

Inscripción: Del 23/11/2015 al 22/02/2016

Teléfono: 913466294

Inscripción on line:  *Más información:*  *Documentos:* 

Curso de Formación para Operadores de Instalaciones Radiactivas (USC)

Organizado por: Universidad de Santiago de Compostela (USC). Servicio de Protección Radiológica.

Dirigido a: El curso está dirigido a aquellas personas que deseen adquirir los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para solicitar la licencia reglamentaria imprescindible para trabajar en instalaciones radiactivas.

Fechas: 24 de febrero al 04 de marzo, 17 y 18 de marzo de 2016

Inscripción: El curso está homologado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de acuerdo con la normativa establecida en la Guía CSN 5.12. Además está reconocido como un curso de Formación Continua (Nivel de Perfeccionamiento) por la Comisión de Postgrado de la USC, con reconocimiento de los correspondientes créditos en función de la duración según el campo de aplicación elegido.

La reserva de plazas se realizará por riguroso orden de inscripción.

- Cada uno de los campos de aplicación se impartirán si existe un número mínimo de alumnos interesados. En caso contrario se suspenderá hasta la próxima convocatoria.
- CAMPOS DE APLICACIÓN: Medicina Nuclear, Control de Procesos y Técnicas Analíticas, Radiografía industrial.
- Más información en el documento adjunto.

Más información: 

MARZO 2016

Cursos de Diagnóstico por imagen y de Oncología Radioterápica (Fundación ERESA, Universidad de Valencia)

- *Organizado por:* Cursos de Diagnóstico por Imagen y de Oncología Radioterápica (Fundación ERESA para el desarrollo y la investigación médica). Acreditados por la Fundación Universidad-Empresa de la Universidad de Valencia (ADEIT).

Fechas: Marzo-Junio 2016

Teléfono: +34 963 262 600

e-mails: informacion@adeituv.es // formacion@fundacioneres.com

- *Objetivo:* El objetivo de los cursos, que se celebrarán entre marzo y junio, es formar profesionales cualificados en cada una de estas técnicas para un correcto manejo posterior en la práctica clínica.

- Cada uno de estos cursos tiene una parte online, donde está disponible el material didáctico tanto escrito como audiovisual, y una parte teórico-práctica que se puede realizar presencialmente en la sede de la Fundación ERESA o a través de streaming. Los alumnos pasarán a formar parte de la bolsa interna de trabajo de ERESA con posibilidad de incorporación laboral.

CURSO DE POSTGRADO EN RESONANCIA MAGNÉTICA

- – Diploma de Postgrado.
- – Modalidad semipresencial. Parte teórica online. Prácticas presenciales.
- *Lugar de impartición:* Fundación ERESA/ Servicio de Resonancia Magnética- Hospital Universitario de Valencia.
- *Plazo de inscripción:* Hasta 22/02/2016

Más información: 

CURSO DE POSTGRADO EN ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA

- – Diploma de Postgrado.
- – Modalidad semipresencial. Parte teórica online. Prácticas presenciales.
- *Lugar de impartición:* Fundación ERESA/ Unidad de Tomografía Computerizada - Hospital Universitario de Valencia.
- *Plazo de inscripción:* Hasta 22/02/2016

Más información: 

CURSO DE POSTGRADO EN TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA

- – Diploma de Postgrado.
- – Modalidad semipresencial. Parte teórica online. Prácticas presenciales.
- *Lugar de impartición:* Fundación ERESA/ Servicio de Oncología - Hospital Universitario de Valencia.
- *Plazo de inscripción:* Hasta 22/02/2016

Más información: 

Curso de Formación para Supervisores de Instalaciones Radiactivas (USC)

Organizado por: la Universidad de Santiago de Compostela (USC). Servicio de Protección Radiológica.

Dirigido a: el curso está dirigido a aquellas personas que deseen adquirir los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para solicitar la licencia reglamentaria imprescindible para trabajar en instalaciones radiactivas.

Fechas: del 08 al 18 de marzo de 2016.

Inscripción: el curso está homologado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de acuerdo con la normativa establecida en la Guía CSN 5.12. Además está reconocido como un curso de Formación Continua (Nivel de Perfeccionamiento) por la Comisión de Postgrado de la USC, con reconocimiento de los correspondientes créditos en función de la duración según el campo de aplicación elegido.

La reserva de plazas se realizará por riguroso orden de inscripción.

Cada uno de los campos de aplicación se impartirán si existe un número mínimo de alumnos interesados. En caso contrario se suspenderá hasta la próxima convocatoria.

[Más información:](#) 

ABRIL 2016

Curso Experto en Protección Radiológica (on-line y presencial) (Ciemat)

Organizado por: CIEMAT (Unidad de Formación en Energía y Medioambiente). Con la colaboración de Unesa y Enresa.

Fecha y Lugar: Del 1 de Abril al 8 de Julio (on line). Del 5 de septiembre al 20 de octubre (presencial) CIEMAT. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid.

Objetivo: Proporcionar la formación requerida sobre los fundamentos y la tecnología de la protección radiológica necesaria para el reconocimiento de experto cualificado con diploma de Jefe de un Servicio de Protección Radiológica o Unidad Técnica de Protección Radiológica, según establece la Instrucción Técnica IS-03, del Consejo de Seguridad Nuclear.

[Más información:](#)  [Documentos:](#) 

Curso de Capacitación para Operadores de Instalaciones Radiactivas (CSIC-UAM)

Organizado por: el Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM).

Fecha y Lugar: del 18 al 29 de abril de 2016 en el Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM). Arturo Duperier, 4. 28029 Madrid.

Objetivo: Capacitación para la obtención de la licencia de operador de instalaciones radiactivas en los campos de aplicación:

- Medicina Nuclear
- Laboratorios con fuentes no encapsuladas

Ventajas:

- Especial atención a las nuevas técnicas de imagen molecular multimodal: PET/SPECT/CT.
- Formación especializada en los ámbitos sanitario y de investigación biológica y biomédica.
- Elevada capacitación técnica no sólo en Radioprotección, sino también en los procesos utilizados en el ámbito sanitario y de investigación.

Requisitos: Formación académica mínima en Bachillerato o Formación profesional

[Más información:](#) 

MAYO 2016

Curso de Capacitación para Supervisores de Instalaciones Radiactivas (CIEMAT).

Organizado por: CIEMAT (Unidad de Formación en Energía y Medio Ambiente). Con la colaboración de Unesa y Enresa.

Fecha y Lugar: Del 9 al 27 de mayo. CIEMAT. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid.

Cuota: Ordinaria: 750 euros. Se prevé un nº limitado de cuotas reducidas (375 euros), para estudiantes y postgraduados en situación de desempleo.

Objetivo: Capacitar a los técnicos interesados en adquirir la formación necesaria para optar a la licencia de supervisor de instalaciones radiactivas. El curso incluye los conocimientos específicos de los siguientes campos de aplicación: Medicina Nuclear, Radioterapia, Fuentes no encapsuladas, Radiografía Industrial y Control de Procesos y Técnicas Analíticas.

Dirigido a: Personas que deseen adquirir los conocimientos necesarios para optar a la licencia de supervisor de instalaciones radiactivas, con titulación universitaria, como mínimo, de grado medio o equivalente. Programa homologado por el CSN.

Inscripción: Del 23/11/2015 al 09/05/2016.

[Inscripción on line:](#)  [Más información:](#)  [Documentos:](#) 

Índice de RADIOPROTECCIÓN 2014 y 2015

Artículos

AUTORES	TÍTULO ARTÍCULO	EDICIÓN
T. GARCÍA, J.F. MARTÍ, C. OLIVAS, J.L. VERCHER, R. REPETTO y P. BELLO	Aspectos dosimétricos de los tratamientos del dolor óseo metastásico con radiofármacos	Nº77 Vol XXI 2014
I. BANDAC, A. BETTINI, S.BORJABAD, R. NÚÑEZ-LAGOS, C. PÉREZ, S. RODRÍGUEZ, P. SÁNCHEZ y J.A. VILLAR	Radón y radiación ambiental en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC)	Nº77 Vol XXI 2014
M. PINTO, C. RODRÍGUEZ COBO, X. PIFARRÉ, J. RUIZ MARTÍN, J.M. BARROS, J. GOICOLEA, G. DÍAZ BLAIRES y I. GARCÍA LUNAR	Dosimetría ocupacional en el tiempo real en salas de hemodinámica. Utilidad del Sistema Dose-Aware como herramienta formativa	Nº77 Vol XXI 2014
M. MONTERO y E. GALLEGO	Desarrollo de los escenarios susceptibles de utilizarse en un ejercicio nacional de coordinación y gestión a largo plazo tras una emergencia nuclear	Nº77 Vol XXI 2014
F.J. SÁNCHEZ MUÑOZ, L. ALEJO LUQUE, A. SERRADA HIERRO e I. MAS MUÑOZ	Análisis estadístico de la dosimetría personal de trabajadores expuestos	Nº78 Abril 2014
J.C. MORA y B. ROBLES	Alternativas de gestión para los residuos NORM	Nº78 Abril 2014
M. A. ROSSELL, J. CARBAJO, M. JURADO, R. SÁNCHEZ, J.J. PEÑA y J.I. RAYO	Implicaciones de impurezas de Eu y Gd en la gestión de residuos de ¹⁵³ SmQuadramet	Nº78 Abril 2014
I. HURTADO, G. ZELADA y M. GARCÍA	Implementación de dosimetría in vivo	Nº78 Abril 2014
S. PEÑA-ZALBIDEA y J. VAQUERO	Avances tecnológicos en Imagen Molecular Preclínica	Nº79 Julio 2014
J. M. MARTÍ-CLIMENT, M. COLLANTES, E. PRIETO, V. MORÁN, M. ECAY e I. PEÑUELAS	Protección radiológica en instalaciones de Imagen Molecular Preclínica	Nº79 Julio 2014
C. ÁLVAREZ Y P. LORENZ	Marco legal de las instalaciones radiactivas de imagen Molecular Preclínica	Nº79 Julio 2014
J. A. CÁMARA, E. ANDRÉS, S. SÁNCHEZ y F. MULERO	Aplicaciones de la imagen Molecular Preclínica en Biomedicina. Imagen molecular PET-TC en investigación preclínica oncológica	Nº79 Julio 2014
M. DELGADO, P. BASCUÑANA, R. FERNÁNDEZ DE LA ROSA, J. DE CRISTOBAL, L. GARCÍA-GARCÍA y M.A. POZO	Aplicaciones de la Imagen Molecular Preclínica en Neurología	Nº79 Julio 2014
Mª COLLANTES e I. PEÑUELAS	Aplicaciones de la Imagen Molecular Preclínica en Biomedicina: Cardiología	Nº79 Julio 2014
Mª COLLANTES E I. PEÑUELAS	Aplicaciones de la Imagen Molecular Preclínica en Biomedicina: Terapia Génica	Nº79 Julio 2014
V. GÓMEZ-VALLEJO, Z. BAZ y J. LLOP	Desarrollo de nuevas sondas de Imagen Molecular	Nº79 Julio 2014
R. HERRANZ, M. MORENO, Mª J. PRIETO y M. Á. LOZANO	Estimación de dosis de exposición a radiaciones ionizantes mediante dosimetría biológica	Nº80 Octubre 2014
N. SEBASTIÀ, R. RODRIGO, D. HERVÁS, L. OLIVARES-GONZÁLEZ, Ó. ALONSO, L. MARTI, E. JAMBRINA, A. SARRIAS, J. PÉREZ-CALATAYUD, T. GARCÍA, P. GRAS, J. I. VILLAESCUSA, J. M. SORIANO, Z. LEÓN y A. MONTORO	Estudio de la radiosensibilidad y estado antioxidante-oxidante en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes en el ámbito hospitalario	Nº80 Octubre 2014
J. MANTERO	Método rápido para la medida secuencial de isótopos de Am y Pu en matrices líquidas por espectrometría alfa	Nº80 Octubre 2014
V. A. FISHER, B. TIRSA, N. SEBASTIÀ, L. GÓMEZ-CABRERO, V. LA PARRA, D. HERVÁS, R. RODRIGO, J. I. VILLAESCUSA, J. M. SORIANO y A. MONTORO	Efecto genotóxico, radioprotector y radiosensibilizante de la curcumina y el <i>trans-resveratrol</i> en cultivos <i>in vitro</i> de linfocitos humanos	Nº81 Enero 2015
P. GALÁN, M. SÁNCHEZ HIDALGO, C. BODINEAU y B. OLIVEROS FERNÁNDEZ	Una experiencia en la gestión de la dosimetría personal y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	Nº81 Enero 2015

T. BERLANA y A. ÚBEDA	Nueva Directiva de Protección Ocupacional ante Campos Electromagnéticos	Nº81 Enero 2015
C. TRUEBA, B. GARCÍA y M. MONTERO	La vulnerabilidad radiológica del suelo como herramienta en la preparación local para la recuperación posaccidente. Actualización de los mapas nacionales	Nº81 Enero 2015
A. MOZAS, J.M. MARTÍN, J.P. GARCÍA y M. CALVÍN	El Consejo de Seguridad Nuclear en el Sistema Nacional de Emergencias Nucleares y Radiológicas. Funciones, organización y nuevas tendencias internacionales	Nº81 Enero 2015
M.A. CORTÉS, J.M. GARCÉS, J. BOLAÑOS, J. FERNÁNDEZ, C. GUTIÉRREZ, A. PONTEJO y B. ROSELL	Refuerzo de la planificación y respuesta ante emergencias en el interior de las centrales nucleares	Nº82 Junio 2015
C.J. ARMADA y J.M. MARTÍN	UME ante las emergencias nucleares y radiológicas	Nº82 Junio 2015
I. RODRÍGUEZ, I. PILES, J. PEIRÓ y D. CALVET	Emergencias radiológicas no nucleares. Plan especial ante el riesgo radiológico de la Comunidad Valenciana	Nº82 Junio 2015
M. GINER, P. GARCÍA, C. ASTAÑÓN, G. POZO, P. CHAMORRO y M.L. ESPAÑA	Empleo de un método multiescala de similitud estructural para la valoración de la calidad de imagen en procesos de optimización en TCMC pediátrico	Nº83 Octubre 2015
O. GUZMÁN	HERCA, un foro para la cooperación práctica entre las autoridades europeas de protección radiológica	Nº83 Octubre 2015

Notas Técnicas

AUTOR	TÍTULO	EDICION
GRUPO RADÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	El Laboratorio de Radiación Natural	Nº 80 Octubre 2014
Mª F. SÁNCHEZ OJANGUREN y J. A. DÍAZ CRUZ	La colaboración entre la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y el Consejo de Seguridad Nuclear en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil	Nº82 Junio 2015
N. CORNEJO, A. BROSED y P. RUIZ	Constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental de algunos radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas	Nº83 Octubre 2015
J. GUTIÉRREZ	Programa H2020 de Euratom-fisión. Resumen de resultados de la convocatoria correspondiente al programa de trabajo 2014-2015 y de la participación española	Nº83 Octubre 2015

Entrevistas

ENTREVISTADO	CARGO	EDICIÓN
Mª FERNANDA SÁNCHEZ OJANGUREN	Directora Técnica de Protección Radiológica del CSN	Nº77 Vol XXI 2014
IVÁN PEÑUELAS	Director de la Unidad de Radiofarmacia y de la Unidad de Investigación MicroPET CIMA-CUN	Nº79 Julio 2014
JOAN FRANCESC BARQUINERO	Coordinador del Grupo de Investigación Consolidado, RADICAN	Nº80 Octubre 2014
GUMERSINDO VERDÚ	Presidente del Comité Organizador del Congreso Conjunto SEFM-SEPR. Valencia 2015	Nº81 Enero 2015
MIGUEL CALVÍN CUARTERO	Subdirector de Emergencias y Seguridad Física del CSN	Nº82 Junio 2015
EDUARDO GALLEGO Y MERCÈ GINJAUME	Presidentes saliente y entrante de la SEPR	Nº83 Octubre 2015

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

1. PROPÓSITO Y ALCANCE:

La revista **RADIOPROTECCIÓN** es el órgano de expresión de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Los trabajos que opten para ser publicados en **RADIOPROTECCIÓN** deberán tener relación con la Protección Radiológica y con todos aquellos temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR. Los trabajos deberán ser originales y no haber sido publicados en otros medios, a excepción de colaboraciones de especial interés, según criterio del Comité de Redacción. Los trabajos aceptados son propiedad de la Revista y su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita del Comité de Redacción de la misma.

La publicación de trabajos en **RADIOPROTECCIÓN** está abierta a autores de todo el país y distintas instituciones.

Los conceptos expuestos en los trabajos publicados en **RADIOPROTECCIÓN** representan exclusivamente la opinión personal de sus autores.

Todas las contribuciones se enviarán por correo electrónico a la dirección:

revista@sepr.es

2. RADIOPROTECCIÓN EN INTERNET

La revista **RADIOPROTECCIÓN** sólo se publica en formato electrónico y puede consultarse en la página de la Sociedad Española de Protección Radiológica (<http://www.sepr.es>).

3. NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA RADIOPROTECCIÓN

3.1. Tipo de contribuciones que pueden enviarse a la revista

Las contribuciones que pueden enviarse a **RADIOPROTECCIÓN** son:

- Artículos de investigación
- Revisiones técnicas
- Noticias
- Publicaciones
- Recensiones de libros
- Convocatorias
- Cartas al director
- Proyectos de I+D

3.2. Normas para la presentación de artículos y revisiones técnicas

En todos los trabajos se utilizará un tratamiento de texto estándar (word, wordperfect). El texto debe escribirse a espacio sencillo en tamaño 12. La extensión máxima del trabajo será de 12 páginas DIN-A4 para los artículos y de 6 páginas para las revisiones técnicas, incluyendo los gráficos, dibujos y fotografías.

Los trabajos (artículos y revisiones técnicas) deberán contener:

3.2.1. Carta de presentación. Con cada trabajo ha de enviarse una carta de presentación que incluya el nombre, institución, dirección, teléfono, fax y correo electrónico del autor al que

hay que enviar la correspondencia. Los autores deben especificar el tipo de contribución enviada (ver apartado 3.1).

3.2.2. Página del título. Esta página debe contener, y por este orden, título del artículo, primer apellido e inicial(es) de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, nombre de la persona de contacto, teléfono, dirección de correo electrónico y otras especificaciones que se consideren oportunas. Cada autor debe relacionarse con la correspondiente institución usando llamadas mediante números.

El título, que irá en el encabezamiento del trabajo, no tendrá más de 50 caracteres (incluyendo letras y espacios).

Se incluirá un máximo de 6 palabras clave en español y 6 palabras clave en inglés que reflejen los principales aspectos del trabajo.

3.2.3. Resumen. Se escribirá un resumen del trabajo en castellano y en inglés que expresará una idea general del artículo. La extensión máxima será de **200 palabras en cada idioma**, que se debe respetar por razones de diseño y de homogeneización del formato de la revista.

- Es importante que el resumen sea preciso y sucinto, presentando el tema, las informaciones originales, exponiendo las conclusiones, e indicando los resultados más destacables.

3.2.4. Texto principal. No hay reglas estrictas sobre los apartados que deben incluirse, pero hay que intentar organizar el texto de tal forma que incluya una introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, referencias bibliográficas, tablas y figuras y agradecimientos.

Se deberían evitar repeticiones entre los distintos apartados y de los datos de las tablas en el texto.

Las abreviaturas pueden utilizarse siempre que sea necesario, pero siempre deben definirse la primera vez que sean utilizadas.

3.2.5. Unidades y ecuaciones matemáticas. Los autores deben utilizar el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las unidades de radiación deben darse en el SI, por ejemplo 1 Sv, 1 Gy, 1 MBq. Las ecuaciones deben numerarse (1), (2) etc. en el lado derecho de la ecuación.

3.2.6. Anexos. Se solicita a los autores que no incluyan anexos si el material puede formar parte del texto principal. Si fuera imprescindible incluir anexos, por ejemplo incluyendo cálculos matemáticos que podrían interrumpir el texto, deberá hacerse después del apartado referencias bibliográficas. Si se incluye más de un anexo, éstos deben identificarse con letras. Un anexo puede contener referencias bibliográficas, pero éstas deben numerarse y listarse separadamente

(A1, A2, etc.). Debe hacerse mención a los anexos en el texto principal.

3.2.7. Tablas. Las tablas deben citarse en el texto. Deben ir numeradas con números romanos (I, II, III etc.) y cada una de ellas debe tener un título corto y descriptivo. Se debe intentar conseguir la máxima claridad cuando se pongan los datos en una tabla y asegurarse de que todas las columnas y filas están alineadas correctamente.

Si fuera necesario se puede incluir un pie de tabla. Éste debe mencionarse en la tabla como una letra en superíndice, la cual también se pondrá al inicio del pie de tabla correspondiente. Las abreviaturas en las tablas deben definirse en el pie de tabla, incluso si ya han sido definidas en el texto.

3.2.8. Figuras, gráficos y fotografías. Las figuras deben citarse en el texto numeradas con números arábigos. **Todos los gráficos, figuras y fotografías aparecerán en color en la revista.** Las **fotografías** deberán entregarse como **imágenes digitalizadas en formato de imagen** (jpg, gif, tif, power point, etc.) con una **resolución superior a 300 ppp**. Aunque las imágenes (fotos, gráficos y dibujos) aparezcan insertadas en un documento de word es necesario enviarlas también por separado como archivo de imagen para que la resolución sea la adecuada.

Cada figura (foto, tabla, dibujo) debe ir acompañada de su **pie de figura** correspondiente.

3.2.9. Referencias Bibliográficas. Debe asignarse un número a cada referencia siguiendo el orden en el que aparecen en el texto, es decir, las referencias deben citarse en orden numérico. Las referencias citadas en una tabla o figura cuentan como que han sido citadas cuando la tabla o figura se menciona por primera vez en el texto.

Dentro del texto, las referencias se citan por número entre corchetes. Dentro del corchete, los números se separan con comas, y tres o más referencias consecutivas se dan en intervalo. Ejemplo [1, 2, 7, 10-12, 14]. Las menciones a comunicaciones privadas deben únicamente incluirse en el texto (no numerándose), proporcionando el autor y el año. La lista de referencias al final del trabajo debe realizarse en orden numérico.

Se seguirán las normas Vancouver para las referencias bibliográficas:

http://es.wikipedia.org/wiki/Estilo_Vancouver

3.2.10. Enlaces y descargables. Se pueden incluir **enlaces** que los autores consideren interesantes **a direcciones web** siempre que se referencien en el texto entre paréntesis. Asimismo, se podrán incluir otros **documentos** de especial interés **para ser descargados**; para ello es necesario que dichos documentos estén **en formato pdf**, se referencien en el texto y sean **incluidos junto al resto de la documentación**.

SOCIOS COLABORADORES



ASOCIACIÓN NUCLEAR
ASCÓ - VANDELLÓS II, A.I.E.

