

# RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



- ▲ **Entrevista a:**  
*Pedro Carboneras  
y José Gutiérrez,  
Relevo en la presidencia  
de la SEPR*
- ▲ *De la comunicación  
a la participación  
en las decisiones*
- ▲ *Valoración de un sistema  
de Scan digital frente a un sistema  
convencional cartulina película  
en exploraciones de columna total  
en pediatría*
- ▲ *Test de hipersensibilidad  
a exposiciones residenciales  
a campos magnéticos*

Nº 42 • Vol. XI • 2004



**SOCIEDAD  
ESPAÑOLA  
DE PROTECCIÓN  
RADIOLÓGICA**

www.sepr.es

**Secretaría Técnica**

Capitán Haya, 60 - 28020 Madrid  
Tel.: 91 749 95 17 - Fax: 91 749 95 03  
Correo electrónico: secretaria.sociedades@medynet.com

**Junta Directiva**

Presidente: José Gutiérrez López.  
Vicepresidente: Rafael Ruiz Cruces.  
Secretario General: Ramón Almoguera García.  
Tesorera: Cristina Correa Sainz.  
Vocales: Eugenio Gil López, Pablo Luis Gómez Llorente,  
Manuel Alonso Díaz, José Miguel Fernández Soto.  
Vicepresidente para el Congreso IRPA 11: Francisco Carrera Magariño.

**Comisión de Asuntos Institucionales**

Leopoldo Arranz, David Cancio, Pío Cármena, Manuel Fernández Bordes,  
Ignacio Hernando, M<sup>a</sup> Teresa Macías, Xavier Ortega, Juan José Pena,  
Manuel Rodríguez, Eduardo Sollet.  
Responsable: Pedro Carboneras.

**Comisión de Actividades Científicas**

Josep Baró, Cristina Correa, Natividad Ferrer, Fernando González,  
Fernando Legarda, M<sup>a</sup> Teresa Macías, Patricio O'Donell, Pilar Olivares,  
Rafael Ruiz, José Carlos Saez.  
Responsable: José Gutiérrez.

**Comisión de Normativa**

M<sup>a</sup> Luisa Chapel, M<sup>a</sup> Luisa España, Mercè Ginjaume, Isabel Gutiérrez,  
Araceli Hernández, M<sup>a</sup> Jesús Muñoz, M<sup>a</sup> Teresa Ortiz, Turiano Picazo,  
Eduardo Sollet.  
Responsable: Ramón Almoguera.

**Comisión de Comunicación y Publicaciones**

Luis Corpas, Beatriz Gómez-Argüello, José Gutiérrez,  
Olvido Guzmán, Pilar López Franco, M<sup>a</sup> Teresa Macías, Carlos Prieto,  
Almudena Real, Eduardo Sollet.  
Responsable: Paloma Marchena.

**Comisión de Asuntos Económicos y Financieros**

Mercedes Bezares, Pío Carmena, Jesús de Frutos, Marisa Marco,  
Patricio O'Donell, María Teresa Ortiz.  
Responsable: Eduardo Gallego.

**RADIOPROTECCIÓN**

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**Directora:** Pilar López Franco

**Coordinadora:** Almudena Real

**Comité de Redacción**

Agustín Alonso, Beatriz Gómez-Argüello, Paloma Marchena,  
Matilde Pelegrí, Carlos Prieto, Carmen Roig, Ángeles Sánchez,  
y Marina Tellez de Cepeda.

**Comité Científico**

Presidente: Agustín Alonso

D. Cancio, L. Corpas, F. Cortés, A. Delgado, L. Domínguez, E. Gil,  
L. González, A. Hernández, I. Hernando, R. Herranz, I. Lequerica,  
M<sup>a</sup> T. Macías, L. Martín, X. Ortega, P. Ortiz, T. Ortiz, T. Picazo,  
R. Puchal, L. Quindos, R. Ruiz, G. Sánchez, V. Serradell,  
E. Sollet, L. Tobajas, A. Úbeda, E. Vaño

**Realización, Publicidad y Edición:** SENDA EDITORIAL, S.A.

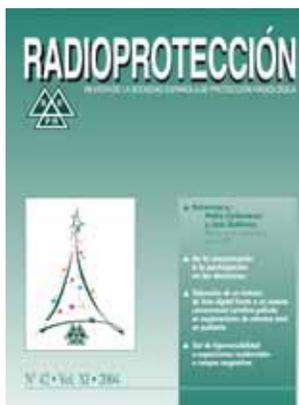
Directora: Matilde Pelegrí

Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid  
Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77  
Correo electrónico: senda@gruposenda.net

**Imprime:** Publiequipo.

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

**EDICIÓN DICIEMBRE 2004**



La SEPR desea unas Felices Fiestas  
y un Próspero Año a todos sus socios

## S U M A R I O

- Editorial **3**
- Entrevista **11**  
*Pedro Carboneras y José Gutiérrez*  
Relevancia en la presidencia de la SEPR
- Noticias **4**
  - de la SEPR 4
  - de España 41
  - del Mundo 43
- Proyectos de Investigación **8**
- Colaboraciones **15**
  - De la comunicación a la participación en las decisiones  
A. Alonso 15
  - Valoración de un sistema de scan digital frente a un  
sistema convencional cartulina película en exploraciones  
de columna total en pediatría 25  
*M.L. España, G. Gómez, A. Romero, A. Miñambres, G. Albi,  
A. Floriano, A. Rodríguez, P. López Franco*
  - Test de hipersensibilidad a exposiciones residenciales a  
campos magnéticos 32  
*A. Úbeda, M.A. Martínez Pascual*
- Publicaciones **48**
- Convocatorias **53**
- Índice de artículos 2004 **55**

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.

RADIOPROTECCIÓN • Nº 42 Vol XI 2004

# Editorial

Como bien anunciaba el editorial del número anterior de nuestra revista, la Asamblea General, celebrada el pasado 27 de septiembre, eligió la nueva Junta Directiva de la SEPR, de cuya composición se hace puntual referencia en las páginas del presente número. Es, por tanto, merecido y obligado agradecer a los miembros salientes el incondicional y desinteresado esfuerzo dedicado a lo largo de su periodo de gestión, añadiendo nuestra felicitación por el gran nivel de eficacia y éxito obtenidos en su labor. Una labor que, en opinión generalizada, ha contribuido a consolidar la posición de la SEPR en su misión, tanto de integración de los profesionales relacionados con la Protección Radiológica, configurando un espacio de diálogo, información, comunicación y participación, como de promoción del avance de nuestra disciplina y ha conseguido el reconocimiento internacional con la excelente organización del Congreso IRPA 11.

Es evidente que IRPA 11, por su magnitud e importancia, no acabó en mayo para la SEPR, produciendo la consiguiente "resaca" que trasciende a la propia celebración del Congreso. Como ejemplos más evidentes cabe citar la Jornada técnica, celebrada a finales de septiembre en el CIE-MAT, sobre Repercusiones en el futuro de la protección radiológica en España, basada en las conclusiones del citado congreso y la configuración de la nueva página electrónica IRPA 11 ([www.irpa11.com](http://www.irpa11.com)). Pero debemos ser conscientes de la existencia de otras tareas que también exigen nuestra atención y, por ello, animamos a la nueva Junta Directiva a continuar el camino emprendido con la seguridad del apoyo y colaboración de todos los socios.

Entre estas tareas merece la pena señalar que se está tramitando con el CSN la elaboración de un Acuerdo de Colaboración para que la SEPR se encargue de la traducción oficial al español de las Guías de Seguridad del OIEA con particular interés en nuestras áreas de actuación. Así mismo, se han iniciado contactos con la Consejería de Sanidad y Consumo de la Comunidad Autónoma de Madrid, con vistas a una colaboración dirigida a conseguir una mejor comunicación e información de la protección radiológica en el área sanitaria. También, como parte de las actividades programadas para el año 2004, ha tenido lugar el pasado 15 de octubre, en el Hospital Universitario La Paz, una Jornada sobre Descontaminación Radiactiva en Hospitales y Centros de Investigación Biológica, de la que se ofrece cumplida información en estas páginas. Y no debemos olvidar los preparativos, ya muy avanzados, para la celebración del X Congreso de la Sociedad en septiembre del próximo año en Huelva, en el que celebraremos como se merece el cumplimiento de los 25 años de la SEPR y rendiremos homenaje a aquellos que nos han pre-

sido durante este periodo, cuyo trabajo y dedicación nos han permitido llegar a ser lo que actualmente somos. Con respecto a esta celebración, queremos enviar un **mensaje importante** a todos los socios para que trasladen sus ideas sobre los actos de aniversario que pueden ser organizados dentro del Congreso. La canalización de propuestas se hará a través de nuestra página web, en la que se habilitará una sección que facilitará el mecanismo de participación y la forma de proceder.

Además de la renovación de la Junta Directiva, se está produciendo actualmente el relevo del equipo encargado de dirigir y coordinar esta revista. El nuevo equipo, que conservará parte de los anteriores componentes, será ya plenamente responsable del próximo número, en el que se dará cuenta de su composición definitiva.

El número de Radioprotección que está en sus manos contiene tres artículos de indudable actualidad e interés:

- Uno de ellos corresponde al área de las radiaciones no ionizantes, centrándose en la sensibilidad individual a las exposiciones residenciales a campos magnéticos de frecuencia industrial y presentando una metodología para el seguimiento del patrón de respuesta a tales exposiciones en pacientes con síndrome de hipersensibilidad electromagnética percibida.

- El segundo trata de los aspectos de comunicación y participación de individuos y grupos sociales en las decisiones con mayor impacto o sensibilidad social que tienen que ver con la utilización de la energía nuclear y las radiaciones ionizantes. El estudio analiza el proceso completo, desde la información de los "responsables" y la comunicación interactiva, hasta la participación de los "preocupados" en las decisiones, incluyendo en el análisis las causas y consecuencias del proceso. En el trabajo se presentan también tres ejemplos de participación de interés en protección radiológica.

- En el tercero de los artículos, correspondiente a aspectos de protección radiológica en el área médica, se presenta un estudio comparativo entre diferentes sistemas aplicables en exploraciones de telerradiografía de columna total en pediatría, desde un punto de vista dosimétrico y de calidad de imagen, con el fin de contribuir a optimizar la protección del paciente sin perjuicio de la viabilidad diagnóstica.

Finalmente, no puede faltar en este editorial, dada la fecha especial en que se distribuye este número de la revista, la felicitación navideña a todos los socios. Desde estas páginas, les deseamos un venturoso futuro personal y profesional.





### Jornada técnica sobre "Conclusiones del congreso IRPA-11: repercusiones en el futuro de la protección radiológica en España"

El pasado día 27 de septiembre se celebró en el salón de actos del CIEMAT una jornada sobre las conclusiones del congreso IRPA-11 y sus repercusiones en el futuro de la protección radiológica en España. La jornada fue organizada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) en colaboración con el Ministerio de Sanidad y Consumo, el CSN, ENRESA, CIEMAT, UNESA, ENUSA y la Sociedad Nuclear Española (SNE) y se encargaron de su coordinación Leopoldo Arranz y David Cancio, ambos socios de la SEPR, y M<sup>a</sup> Teresa Domínguez como representante de la SNE.

La jornada fue presidida por M<sup>a</sup> Teresa Esteban Bolea, presidenta del CSN, Rafael Caro Manso, secretario general del CIEMAT (en representación del director general de este Centro), Francisco Vargas, subdirector general de Sanidad Ambiental y Salud Laboral del Ministerio de Sanidad y Consumo y Pedro Carboneras, presidente de la SEPR.

Leopoldo Arranz, presidente de IRPA-11, inició la Jornada presentando el informe general del Congreso. Posteriormente, bajo la coordinación del profesor Eduardo Gallego, se expusieron las conclusiones científicas ob-

tenidas en cada una de las áreas temáticas que constituyeron el programa del Congreso: "Efectos de las Radiaciones" presentado por Almudena Real (CIEMAT), "Dosimetría e Instrumentación" por Antonio Delgado (CIEMAT), "Protección Radiológica de los Pacientes" por Eliseo Vañó (Hospital Clínico San Carlos/UCM), "Protección radiológica Operacional" por Manuel Rodríguez (CSN), "Protección Radiológica del Público" por Xavier Ortega (UPC), "Accidentes e Incidentes" por Eugenio Gil (CSN), "Protección frente a Radiaciones No Ionizantes" por Alejandro Úbeda (Hospital Ramón y Cajal) e "Influencias Sociales en Protección Radiológica" por Eduardo Gallego (UPM). Las presentaciones realizadas en las distintas áreas temáticas resaltaron las conclusiones alcanzadas durante el congreso IRPA-11 (disponibles en la página electrónica <http://www.irpa11.com/>) resaltando aquellas que tendrán un mayor repercusión en el futuro de la protección radiológica de nuestro país.

La Jornada finalizó con una sesión sobre "Análisis e Implicaciones de las Recomendaciones de ICRP" coordinada por David Cancio. En dicha sesión Juan Carlos Lentijo (CSN) expuso las implicaciones desde el punto de vista regulador y Eliseo Vañó las implicaciones sanitarias. La jornada finalizó con un animado coloquio en el que participaron numerosos asistentes.

*Comité de Redacción*

### Comisión de Actividades Científicas de la Sociedad Española de Protección Radiológica

El pasado 19 de noviembre se celebró la reunión de la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR, bajo la coordinación del vicepresidente de la SEPR, Rafael Ruiz Cruces. Asistieron a la cita Josep Baró Casanovas, Natividad Ferrer García, Fernando Legarda Ibáñez, M<sup>a</sup> Teresa Macías Domínguez, Rosa Villarroel González-Elide, así como las nuevas incorporaciones Almudena Real Gallego, Alejandro Úbeda Maeso e Isabel Villanueva Delgado (secretaria del Comité). Presentó sus excusas Fernando González González.

Los tres puntos principales tratados en la reunión fueron:

- Plan de Formación en Protección Radiológica.
- Plan de actividades para 2005-2006.
- Áreas temáticas de la SEPR.

En lo relativo al Plan de Formación en PR, la anterior Comisión de Actividades Científicas había elaborado un documento en el que se recogía un esquema general sobre el papel de la SEPR en este tema. El documento, aprobado por la Junta Directiva en su última reunión, detalla los tres ámbitos en los que se fundamenta esta Formación: Formación reglada; Formación reglamentada y Formación general. En este último apartado, se presentó el esquema básico para avalar eventos científicos fuera del ámbito institucional de la SEPR, estando todos de acuerdo en que los cursos que soliciten el apoyo institucional de la SEPR deben tener un nivel adecuado y han de explicar con claridad los objetivos docentes del mismo.

En cuanto al plan de actividades para los próximos años, se han recogido las propuestas de diversas Jornadas sobre temas muy diversos y de candente actualidad como Protección frente a radiaciones no ionizantes, Calidad en el control de la radiactividad ambiental, Protección Radiológica en la industria no nuclear, etc. Estos eventos han de ser presentados y aprobados por la Junta Directiva. Una vez fijado el



De izquierda a derecha: Francisco Vargas, M<sup>a</sup> Teresa Esteban y Rafael Caro

calendario de dichas jornadas se informará a todos los socios a través de las páginas de Radioprotección y de la página electrónica de la SEPR (<http://www.sepr.es/>).

Finalmente, en la reunión se trató sobre las Áreas temáticas de la SEPR, un proyecto que como todos recordarán puso en marcha nuestro anterior presidente Pedro Carboneras. En la página electrónica de la SEPR está recogida toda la información sobre esta iniciativa (Objetivos, alcance, organización, coordinadores de las áreas temáticas, etc). El objetivo de esta comisión es impulsar la participación de todos los socios en el área temática más afín a la labor desarrollada por los profesionales de la SEPR. Dada la complejidad del tema, se acordó tratarlo más en detalle en la próxima reunión de la Comisión, a celebrar en febrero 2005.

*Comité de Redacción*

## Código de ética de la IRPA: Participación de la Sociedad Española de Protección Radiológica

En el congreso de la International Radiation Protection Association (IRPA) celebrado en Hiroshima en el año 2000, se acordó hacer operativo un foro para discutir el "Código de ética de IRPA", con objeto de preparar una propuesta que fuese presentada y adoptada en el congreso IRPA-11 de Madrid en 2004. El primer borrador del código de ética se finalizó en junio de 2002, el cual se basaba en elementos comunes de los códigos de ética adoptados por las sociedades de protección radiológica de EEUU, Reino Unido y Australia. También fueron considerados algunos aspectos del código de ética canadiense. Las sociedades de IRPA fueron invitadas a enviar sus comentarios sobre este primer borrador, pero sólo las sociedades de Reino Unido y Japón mandaron comentarios. Sobre la base de esos comentarios se elaboró un segundo borrador. En octubre de 2003, se editó el segundo borrador del código de ética para que las sociedades formularan los comentarios oportunos. En este contexto, la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) creó una "Comisión de ética" coordinada por el Profesor Agustín Alonso y en la que participa-

ron Antonio Delgado, Eduardo Gallego, José Gutiérrez, Araceli Hernández, Almudena Real, Montserrat Ribas y Rafael Ruiz Cruces. Dicha Comisión tuvo como objetivo revisar el segundo borrador del código de ética y enviar a la IRPA los comentarios que surgieron.

Sobre la base de los comentarios recibidos se elaboró el documento "**IRPA Code of Ethics for adoption**" (abril 2004), que fue presentado en el congreso IRPA-11 de Madrid, y distribuido a todos los asistentes del congreso. Se ha de resaltar que una gran parte de los comentarios enviados por la SEPR fueron tenidos en cuenta en la elaboración del nuevo documento. En la última Asamblea General de la SEPR se acordó traducir el código de ética IRPA al español, documento que será distribuido a los socios de la SEPR y del que se informará en la revista Radioprotección y en la página electrónica de la Sociedad.

*Comité de Redacción*

## Nueva Junta Directiva de la SEPR



**Presidente**  
**José Gutiérrez López**

Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid (1972). Desde 1973 ha desarrollado su actividad profesional en el CIEMAT (antes IEN) donde desempeñó diversos puestos siempre relacionados con la Vigilancia Radiológica Ambiental y la Protección Radiológica del Público.

Desde 1977 a 2004 ha sido director del Departamento de Impacto Ambiental de la Energía del CIEMAT. En el ámbito internacional ha sido miembro de varios comités y gru-

pos de expertos relacionados con la Protección Radiológica en los ámbitos de la Comisión Europea, NEA/OCDE, OIEA, y con el Desmantelamiento y Gestión de Residuos del JRC de la UE.

Actualmente, es miembro del Comité de Protección Radiológica y Salud Pública de NEA/OCDE y del Comité Consultivo del Programa de Investigación de la CE (EURATOM) en el Área de la Energía Nuclear de Fisión.

Así mismo, es miembro del Comité Técnico de Normalización sobre "Gestión Medioambiental" y de la Sección de Meteorología y Ciencias de la Atmósfera de la Comisión Española de Geodesia y Geofísica.

Desde 1996 a 2002 ha sido coordinador del comité científico de la revista RADIOPROTECCIÓN de la SEPR. Vicepresidente de la SEPR en el periodo 2002-2004, en la actualidad ocupa el cargo de presidente.

Es autor de numerosos artículos científicos, informes técnicos y ponencias. Además, ha dirigido y/o participado en seminarios, cursos y reuniones científicas nacionales e internacionales en el campo de la Protección Radiológica.



**Vicepresidente**  
**Rafael Ruiz Cruces**

(Málaga, 1963).

Doctor en Medicina y Cirugía. Premio Extraordinario por Tesis Doctoral sobre Protección Radiológica del Paciente (Universidad de Málaga, 1994). Médico Especialista en Radiodiagnóstico (1994). Profesor Titular de Radiología y Medicina Física en la Facultad de Medicina de Málaga (1999). Desde 1990, es miembro del Grupo de Investigación PRUMA. Consultor del Organismo Internacional de la

Energía Atómica desde 1998 y Miembro del "IAEA Action Plan" sobre PR del Paciente (2001). Fue presidente del Comité Organizador de la Conferencia Internacional IAEA-CN85. Asimismo, ha sido miembro del Comité Científico de la SEPR (2001-02) y ha participado en varios comités organizadores y científicos de Congresos SEPR, incluido IR-PA11. Posee publicaciones científicas internacionales en el campo de la Protección Radiológica en Medicina



**Secretario general**  
**Ramón Almoguera García**

Ingeniero industrial del ICAI, Universidad Pontificia de Comillas (1980) y PDD (administración de empresas) por el IESE, Universidad de Navarra (2000). Inició su actividad profesional en 1982 en el proyecto de central nuclear de Valdecaballeros.

En 1985 trabajó en INPO (Institute for Nuclear Power Operations) en Atlanta, EE UU, como liaison engineer para las compañías eléctricas españolas. Desde 1987 hasta 1989 participó en el arranque de la central nuclear de Vandellós II como responsable de pruebas nucleares.

En 1990 se incorporó a la central nuclear de Cofrentes como jefe adjunto de Protección Radiológica y en 1993 pasó a ocupar el puesto de jefe de Protección Radiológica, cargo que ha ocupado hasta 2001, año en que asumió la responsabilidad del licenciamiento y apoyo a explotación en protección radiológica y plan de emergencia de la central nuclear de Cofrentes en las oficinas centrales.

Ha participado en diversas misiones internacionales con OIEA y WANO y coordinado en CN Cofrentes la implantación de sistemas de calidad y la certificación por la ISO 14001 del sistema de gestión medioambiental.

Es socio de la Sociedad Nuclear Española y de la Sociedad Española de Protección Radiológica.



**Tesorera**  
**Cristina Correa Sainz**

(Madrid, 1962).

Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Inicia su actividad profesional en el campo de la Protección Radiológica en 1989 en la Empresa Nacional de Ingeniería y Tecnología (INITEC). En 1993 entra a trabajar en la empresa Tecnos, Garantía de Calidad S.A., donde obtiene el título de Jefe de la Unidad Técnica de Protección Radiológica.

En 1995 se incorpora al Dpto. de Seguridad y Licenciamiento de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa), en la que desempeña el cargo de segundo jefe de la Unidad Técnica de Protección Radiológica desde 1996.



**Vocal**  
**Eugenio Gil López**

Es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid desde 1978 y Diplomado en Ingeniería Nuclear

por el Instituto de Estudios Nucleares de la Junta de Energía Nuclear.

Inició su actividad profesional en la División de Física de la Junta de Energía Nuclear en 1974, y desde 1978 se dedica a la Seguridad Nuclear y la Protección Radiológica desde la perspectiva reguladora, primero en la Junta de Energía Nuclear y después en el Consejo de Seguridad Nuclear.

En 1982 se incorporó al Consejo de Seguridad Nuclear donde ha ocupado varios puestos de responsabilidad relacionados con la protección radiológica ocupacional y ambiental, la puesta en marcha de las centrales nucleares, la gestión de los residuos radiactivos, la planificación y respuesta ante emergencias, y la protección física. En la actualidad ocupa el cargo de subdirector General de Emergencias del Consejo de Seguridad Nuclear.

Ha sido representante español en varios comités y grupos de trabajo de la Unión Europea, la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y ha realizado misiones personales encomendadas por estos organismos para Bulgaria, Ucrania, la Federación Rusa, México e Irán.



**Vocal**  
**Pablo Luis Gómez Llorente**

(Madrid, 1965)

Licenciado en Ciencias Físicas (Electrónica) por la Universidad de Valladolid (1990). Desde el año 1990 es adjunto del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Universitario de Salamanca y está a cargo de las Instalaciones de Radiodiagnóstico de los Centros Sanitarios de la Administración Pública de las provincias de Ávila, Zamora y Salamanca.

Especialista en Radiofísica Hospitalaria (1997) y titular y jefe de la Unidad Técnica de Protección Radiológica Sa – 0001/01.

Miembro del Comité de Redacción de la nueva versión del Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico (2000).

Experto de OIEA para una misión técnica en Control de Calidad en radiodiagnóstico (Perú 2000).

Ha participado como profesor en numerosos cursos de formación y adiestramiento en Protección Radiológica y Física Médica. Es autor de numerosas comunicaciones en congresos nacionales e internacionales en las áreas citadas.



**Vocal**  
**Manuel Alonso Díaz**

(Santander, 1956).

Doctor en Ciencias Físicas y Especialista en Radiofísica Hospitalaria. Especialista Universitario en Protección Radiológica en Instalaciones Médicas.

Ha trabajado en Garantía de Calidad y Protección Radiológica en diversas centrales nucleares y participado en el Proyecto de Investigación sobre Generadores de Vapor del Grupo de Propietarios Españoles de centrales nucleares de Agua a Presión. Desde 1991 es Jefe del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital

Universitario "Marqués de Valdecilla" de Santander y Colaborador del Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas de la Universidad de Cantabria. Ha participado desde 1993 en la elaboración de varios Manuales y Documentos sobre Protección Radiológica siendo secretario de la Comisión de Redacción, del Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico 2002. Posee publicaciones científicas internacionales en el campo de la Protección Radiológica, la Dosimetría y el Control de Calidad.



**Vocal**  
**José Miguel Fernández Soto**

(Madrid, 1964).

Licenciado en Ciencias Biológicas, Especialidad de Bioquímica y Biología Molecular. (Universidad Autónoma de Madrid, 1988). Especialista Universitario en Protección Radiológica en Instalaciones Médicas (Universidad Complutense de Madrid, 1993). Especialista en Radiofísica Hospitalaria (Ministerio de Educación y Cultura, 1999). Facultativo Especialista de Área del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid desde 1990. Profesor Asociado del Departamento de Radiología de la Universidad Complutense desde 1998.

Miembro del Grupo de Física Médica de

la UCM. Asimismo, ha sido miembro del ICOC en IRPA 11. Posee publicaciones científicas internacionales en el campo de la Protección Radiológica en Medicina.



**Vicepresidente para congresos**  
**Francisco Carrera Magariño**

Licenciado en Físicas, en la promoción 83-88. Especialista en Radiofísica Hospitalaria desde el 18 de junio de 1999. Experto en Protección Radiológica por el Instituto de Estudios de la Energía, en 1994.

Jefe de Servicio de Protección contra las Radiaciones Ionizantes del área hospitalaria Juan Ramón Jiménez de Huelva desde el 19 de agosto de 1996.

Coordinador del Programa Sectorial de Protección Radiológica de Huelva, responsable del Servicio de Física Médica y Protección Radiológica del Hospital "Juan Ramón Jiménez" de Huelva.

Desde el 14 de agosto de 1997 forma parte del Comité Asesor del Programa de Detección Precoz del Cáncer de Mama en Andalucía.

Profesor colaborador honorario del Departamento de Fisiología y Biofísica de la Universidad Hispalense, para Cursos de Protección Radiológica, desde noviembre de 1999, director técnico de los Cursos para la Acreditación de Directores de Instalaciones de Radiodiagnóstico de la Sociedad Andaluza de Reumatología y codirector de los Cursos de Operadores y Supervisores de II.RR. organizados por la Universidad de Huelva y el Área Hospitalaria Juan Ramón Jiménez.

Autor de diversas comunicaciones en congresos nacionales e internacionales sobre aspectos relacionados con la protección radiológica hospitalaria.

### Fe de erratas

En el número anterior de la revista PR (nº41-Vol XI-2004) apareció en "Al cierre" que Francisco Carrera Magariño es presidente de la Comisión de IRPA, cuando es vicepresidente para Congresos.



## I+D EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN EL CIEMAT

El CIEMAT, como lo fue su antecesor la JEN, es un referente nacional en la I+D relacionada con la Protección Radiológica y sus principales áreas asociadas. A lo largo de los años, ésta ha sido una de sus actividades estratégicas, contribuyendo en gran medida a la sólida posición que España ha alcanzado en el contexto internacional. La temática de su actual entorno de investigación es coincidente, en sus líneas generales, con la problemática que esta disciplina tiene planteada. Las principales líneas de actuación realizadas en el CIEMAT en materia de Protección Radiológica se resumen a continuación, contextualizándolas en el marco de los programas nacionales e internacionales existentes.

### Radiactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica

El Laboratorio de Radiactividad Ambiental del CIEMAT agrupa las mayores capacidades radioanalíticas y de medida del país. A título de ejemplo se señala que el número de determinaciones de radiactividad en matrices ambientales supera el de 10.000 al año, con consideración de un amplio espectro de radionucleídos, tanto de origen natural como artificial. Su actividad de apoyo a la demanda de investigación y soporte técnico del CSN es particularmente significativo. Baste citar al respecto, la organización conjunta de intercomparaciones nacionales, la ejecución de la garantía de calidad de los diversos programas de vigilancia radiológica en el entorno de instalaciones nucleares, su participación en las redes de vigilancia actualmente en operación (la pertenencia de España a la Unión Europea plantea la necesidad de desarrollar una vigilancia a escala nacional en el marco de los artículos 35 y 36 del Tratado

Euratom) y sus aportaciones a los grupos nacionales de trabajo sobre normativa para labora-

torios de radiactividad ambiental, donde coordina el correspondiente a incertidumbres y patrones. El mantenimiento y la consolidación del actual nivel tecnológico es un elemento imprescindible para atender esta demanda y poder responder con garantía a la realización de otros servicios radioanalíticos y a la colaboración en proyectos de experimentación en el medio ambiente, con altos niveles de calidad. Las actividades de intercomparación se complementan con la participación del Laboratorio en campañas en el ámbito internacional, organizadas por el OIEA, de cuya red internacional ALMERA (Analytical Laboratory Measurement of Radioactivity) forma parte. Completan esta panorámica actividades tales como la vigilancia radiológica del propio CIEMAT, la de depuradoras y vertederos de la ciudad de Madrid, la vigilancia de gases como tritio, carbono-14 y kriptón-85 en aire, el desarrollo de metodologías para mejorar capacidades de detección, la participación en un proyecto OIEA sobre caracterización y comportamiento de partículas radiactivas y la investigación acerca del depósito radiactivo existente sobre el territorio nacional y su caracterización nucleido-suelo para obtención de parámetros de transferencia representativos de los suelos españoles y condiciones de clima mediterráneo

### Evaluación de Impacto Radiológico y Radiecológica

Las evaluaciones de impacto radiológico de los vertidos rutinarios de las instalaciones nucleares y radiactivas y de los vertidos accidentales son también objeto de desarrollo en el CIEMAT, teniendo en cuenta la cada vez mayor exigencia de realizar evaluaciones realistas de las dosis que recibe la población. Un resumen de la actividad que se realiza en este campo se describe a continuación:

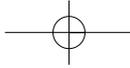
- Desarrollo y/o adaptación de modelos y parámetros que describan el comportamiento radiecológico de los radionucleídos en distintos ecosistemas, tanto de producción agrícola como siste-

mas semi naturales, bosques y medios urbanos, y como estos comportamientos pueden ser modificados. Construcción de bases de datos, tanto de parámetros propios de los radionucleídos, como de la región mediterránea española y otras. Se mantiene así mismo una línea de investigación que cubre la carencia de información relativa a suelos españoles y avanza en el conocimiento de su papel en los procesos de transferencia de los radionucleídos depositados en ellos, tratando de determinar su vulnerabilidad radiológica.

- Investigación en radiecológica marina mediante participación en los proyectos multinacionales más significativos de los últimos Programas Marco de la UE en esta área. La información científica obtenida es, entre otras aplicaciones, uno de los soportes utilizados en las evaluaciones europeas sobre exposición de la población por uso del ecosistema marino mediterráneo.

- Estrategias de intervención para la recuperación ambiental tras accidentes. El CIEMAT ha coordinado la investigación realizada a escala comunitaria, liderando durante el 4º Programa Marco, la Asociación EURATOM-CIEMAT en este área, que agrupó 5 proyectos multinacionales con la participación de 25 laboratorios europeos, y participa en los actuales proyectos comunitarios y nacionales sobre el tema de gestión de emergencias nucleares y radiológicas (Proyecto UE EURANOS y Proyecto CSN ISIDRO). Esta línea de investigación ha incluido el desarrollo de herramientas informáticas de ayuda a la decisión que permitan la selección de estrategias optimizadas en caso de plantearse la necesidad de una intervención real, con determinación del riesgo radiológico evitado, riesgo residual tras la intervención y presupuesto de la intervención. También se han realizado ejercicios de intercomparación internacionales. En esta línea se enmarcan también las actividades del CIEMAT relativas al control radiológico ambiental y de la población en el área de Palomares (Almería).

- Exposición crónica debida a fuentes de radiactividad natural, bien bajo condiciones normales de utilización o modificadas tecnológicamente. En esta línea,



pueden destacarse como ejemplos, las vigilancias sobre radón en viviendas y aguas termales de balnearios y la evaluación radiológica de la industria de fosfatos en Huelva y sus implicaciones medioambientales.

- Evaluaciones relacionadas con la gestión final de los residuos radiactivos sólidos, procedentes de distintas corrientes de generación. La investigación y desarrollo en este área se plantea, a escala internacional, en dos líneas principales. Por un lado, hay una línea conceptual de desarrollo de principios y criterios de protección y, recientemente, los más específicos de ICRP. La segunda línea se enfoca hacia la demostración de la capacidad de aislamiento y seguridad de los sistemas de barreras considerados. España es especialmente activa en este campo, a través de los sucesivos planes de I+D de ENRESA, integradora de los desarrollos nacionales en el contexto internacional, y de manera independiente por el del CSN. La investigación del CIEMAT en el tema está totalmente asociada a los desarrollos internacionales y planes nacionales mencionados con una fuerte presencia en el Programa Marco de la UE. Se destacan las siguientes líneas de actuación:

- o Desclasificación / exención de residuos radioactivos. Evaluación de impacto de materiales con muy bajo contenido radioactivo. Niveles de desclasificación.

- o Métodos de análisis de seguridad para la disposición final de RRBMA. Desarrollo de metodología y herramientas de cálculo para derivar criterios de aceptación de residuos en el almacenamiento español de residuos de baja actividad.

- o Aplicación de métodos de evaluación y mejora de la confianza, a casos prácticos de almacenamientos superficiales en el ámbito internacional.

- o Metodología de evaluación de la biosfera en el largo plazo. Desarrollo de métodos y herramientas de cálculo para el análisis de impacto ambiental derivado de almacenamientos geológicos profundos.

- o Mejora y verificación de modelos de transferencia de radionucléidos en la biosfera. Parametrización de los sistemas

- o Aproximación por biosferas de refe-

rencia al tratamiento de la biosfera en el largo plazo. Ejemplos de aplicación

- o Simulación del cambio climático a largo plazo y consecuencias para el sistema biosférico.

- o Caracterización y evaluación de emplazamientos para el almacenamiento geológico profundo (AGP) de los residuos de alta actividad. La actividad en este tema es especialmente intensa, con una gran variedad de líneas de investigación como físico-química de actínidos en el medio geológico, análogos naturales, comportamiento de barreras de ingeniería, caracterización de las barreras geológicas de arcillas y granitos y evaluación del comportamiento global y de la seguridad del AGP. La investigación se realiza bajo acuerdos con ENRESA y con una notable participación en proyectos UE, lo que propicia la presencia española en laboratorios subterráneos europeos.

- Protección radiológica ambiental de especies no humanas. Esta línea, enmarcada en un proyecto UE, es pionera, a escala nacional, en la investigación europea y mundial que trata de desarrollar un sistema de protección de otras especies diferentes de la humana, complementario del actualmente existente, basado exclusivamente en la protección del ser humano.

#### **Dosimetría de radiaciones ionizantes**

La actividad CIEMAT en Dosimetría de radiaciones ionizantes cubre las necesidades de medidas de dosis de radiación, tanto en actividades internas del Centro como de otras instituciones o empresas, lo cual le exige su participación en proyectos de investigación internacionales para garantizar la idoneidad y validez de sus métodos y la continua adecuación de sus capacidades. La integración de actividades genuinas de investigación e innovación con las de prestación de servicios de complejidad tecnológica es, por tanto, una de sus señas de identidad más características. La infraestructura tecnológica disponible y su capacidad experimental caracterizan esta línea como de excelencia en su sector de actividad, donde desempeña el

papel de centro de referencia dosimétrica en el ámbito nacional. En el ámbito internacional tiene una presencia patente en foros, comités científicos y de expertos tanto en dosimetría externa como interna. De su actualización constante, da idea el conjunto de temáticas abordadas, las cuales se esbozan a continuación:

- Dosimetría retrospectiva. Investigación sobre materiales naturales para aplicaciones de dosimetría retrospectiva. Se trabajó en un consorcio europeo en la caracterización dosimétrica de áreas contaminadas por el accidente de Chernobyl en tres proyectos de la UE. Técnicas básicas para estudios epidemiológicos.

- Dosimetría de la radiación cósmica. Caracterización de las dosis de radiación cósmica en las rutas comerciales de la compañía IBERIA.

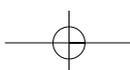
- Dosimetría de neutrones y campos mixtos. Es el sector de la dosimetría más necesitado de innovación para el perfeccionamiento de los métodos actuales.

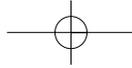
- Modelos biocinéticos. De alto interés para la dosimetría de la radiación interna, se ha comenzado a trabajar con animales de experimentación, estudiando la distribución de determinados radionucléidos en órganos y tejidos, al objeto de aportar nuevos datos sobre los modelos biocinéticos de retención y transferencia.

- Dosimetría numérica. Aplicación de métodos de Monte Carlo y deterministas a diversas situaciones tanto en dosimetría externa, interna y en microdosimetría.

- Microdosimetría: Experimentación sobre eficiencia radiobiológica; determinación de parámetros dosimétricos básicos en PR y Dosimetría. Aproximación a estudios de efectos biológicos de las radiaciones.

Además, el CIEMAT dispone de servicios de dosimetría externa personal y ambiental y de dosimetría interna in vivo (medidas mediante contador de radiactividad corporal) e in vitro (ensayos mediante análisis por bioeliminación). Las capacidades de dosimetría interna son únicas en nuestro país.





## Proyectos de Investigación

### Efectos de las radiaciones

En adición a lo anteriormente mencionado dentro de microdosimetría, y enmarcadas en el área de investigación en Biología Molecular y Celular del Sistema Hematopoyético, merece la pena destacar las actividades dirigidas a la predicción de la hematotoxicidad inducida por diferentes agentes, entre los que destacan las radiaciones ionizantes. Este objetivo forma parte de los estudios sobre efectos biológicos de la radiación a altas dosis (efectos agudos), realizados dentro del proyecto UE "Novel Approaches in the management of the radiation injury", cofinanciado por el CSN y coordinado por CIEMAT, en el que se desarrollan nuevas aproximaciones para el tratamiento del síndrome de la irradiación. Los primeros hallazgos sobre la predicción de la severidad del síndrome de irradiación a través de la caracterización de la reserva total de células madre que sobrevive a una exposición acaban de ser publicados, habiéndose establecido una correlación entre la dosis de radiación externa que recibe un animal de experimentación y el número de células madre que migra a la sangre periférica después de administrar factores movilizadores de células madre. Esta observación sugiere la posibilidad de predecir el síndrome hematopoyético de víctimas irradiadas sin necesidad de conocer la dosis de radiación que ha recibido el organismo, ni cuál ha sido la distribución de la dosis en el mismo.

### Metrología de Radiaciones Ionizantes

En adición a las actividades de I+D en Protección Radiológica, el CIEMAT es la sede del Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes (LMRI), cuya misión se dirige a establecer, mantener y diseminar los Patrones Nacionales de las magnitudes Actividad, Exposición, Kerma y Dosis Absorbida (actuando en nombre del Estado, RD 533/1996). En virtud de ello, el LMRI debe asegurar la trazabilidad internacional mediante el cumplimiento del "Mutual Recognition Agreement (MRA) of the National Standards and of Calibration and Measurements Certificates of the National Institutes of Metrology", estable-

cido por el Comité International des Poids et Mesures (1999), actuando como Laboratorio Asociado al Centro Español de Metrología. Las líneas de investigación que conforman este Programa son las siguientes:

- Trazabilidad de laboratorios y usuarios
- Patrones neutrónicos, calibración y trazabilidad.
- Calibración en braquiterapia.
- Metrología de radionúclidos

Actualmente, el LMRI, está poniendo énfasis en completar su competencia como Laboratorio de Patrones Nacionales en los campos de medidas neutrónicas, gases radiactivos, medicina nuclear y braquiterapia.

### Otras Actividades

Para finalizar, es preciso destacar que la actuación del CIEMAT en el área de Protección Radiológica, no se limita a la de ejecutor de I+D y apoyo técnico de instituciones y empresas relacionadas con el uso de las fuentes de radiación ionizante. Como instalación nuclear en su conjunto, cuenta también con un Servicio de Protección Radiológica para la operación y control de sus diversas instalaciones y trabajadores profesionalmente expuestos. Además, juega un importante papel en los foros internacionales de decisión y comités y grupos de expertos donde se originan y elaboran los criterios que sustentan al sistema y se establecen recomendaciones que faciliten su aplicación en el ámbito operativo. La presencia en comités de ICRP, AEN/OCDE, OIEA, CE y otros, a varios niveles de decisión y consulta, tanto a título de representación oficial como a título personal, implica la continua actualización del conocimiento y estado del arte de la especialidad y suponen un alto grado de apoyo a la Administración. No puede dejar de mencionarse, especialmente, la labor realizada en educación y formación de las diferentes generaciones de profesionales, además del intercambio y transferencia de capacidades y conocimientos científico-tecnológicos.

José Gutiérrez

### PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA EN UNA ACTIVIDAD DE APOYO DEL VI PROGRAMA MARCO DE LA UE SOBRE "TREATMENT INITIATIVES AFTER RADIOLOGICAL ACCIDENTS"

La Unión Europea, en el marco del VI Programa, ha aprobado la financiación de una Actividad de Apoyo ("Supporting activity") sobre "Iniciativas para el tratamiento tras accidentes radiológicos" (cuyo acrónimo en inglés es TIARA), que está prevista se inicie en enero de 2005 con una duración de dos años, dentro de la Acción Preparatoria sobre "Incremento del potencial industrial europeo en el ámbito de la investigación sobre la seguridad" (Convocatoria PASR-2004).

El propósito de la Actividad de Apoyo es constituir una red europea que permita mejorar la gestión de una crisis tras la dispersión malintencionada de radionúclidos en un lugar público. Dicha Actividad tiene como objetivos proporcionar orientación sobre la estimación de dosis y la eficacia de los tratamientos, prever las necesidades operacionales para el tratamiento de las personas afectadas en situaciones de exposiciones masivas y hacer un seguimiento del desarrollo científico y tecnológico en las investigaciones que se realicen sobre nuevos tratamientos. La Actividad de Apoyo estará coordinada por el Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) de Francia y en ella participarán el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) de España, el Centrum för strålningsmedicin (CSM) y la Swedish Rescue Services Agency (SRSA) de Suecia, el Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (FZK) de Alemania, el National Radiological Protection Board (NRPB) y el Institute of Naval Medicine (INM) del Reino Unido y la Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) de Finlandia.

Miguel Ángel Morcillo





Relevo  
en la presidencia  
de la SEPR

## Pedro Carboneras y José Gutiérrez

**La revista RADIOPROTECCIÓN ha reunido a Pedro Carboneras y a José Gutiérrez, el presidente saliente de la SEPR y su sucesor en el puesto, para hacer balance de la etapa anterior y adelantar las nuevas actuaciones de esta Sociedad, que afronta el futuro con la garantía que otorgan 25 años de historia y el excelente balance de IRPA'11. Una sucesión marcada por la continuidad y los proyectos de futuro.**

### **IRPA'11, una referencia internacional**

El año 2004 ha marcado un hito en la historia de la Sociedad Española de Protección Radiológica. Hace más de cuatro años, la Sociedad presentó su candidatura a la organización del Congreso Internacional de IRPA y fue precisamente en su décima edición, celebrada en Hiroshima en el año 2000, cuando Madrid fue designada sede del siguiente encuentro, con la SEPR como sociedad organizadora.

Pedro Carboneras señala con orgullo que IRPA'11 fue, desde el primer momento, un éxito para la Sociedad, ya que "el hecho de haber sido elegida en el año 2000 como organizadora del evento fue una clara demostración

de la madurez de la Sociedad y su reconocimiento internacional, a lo que se añadió la excelente propuesta de candidatura presentada por el Comité Organizador, presidido y animado por el entusiasmo y empuje de Leopoldo Arranz".

"Durante la semana de su celebración, Madrid fue el centro de gravedad de la Protección Radiológica del mundo, y lo ha seguido siendo en los meses posteriores. De hecho, no hay foro internacional en el que no se mencione positivamente la reunión IRPA'11". Con plena satisfacción, Carboneras añade que "junto a la calidad del programa científico, los congresistas recuerdan con agrado los actos sociales de la cita española. Por todo ello, creo que podemos afirmar que IRPA'11 ha sido



Pedro Carboneras

“

Debemos hacer todo lo posible por aumentar el número de los socios que colaboran en las diferentes actividades

”

un éxito rotundo, reconocido tanto en el ámbito nacional como en el internacional”.

El presidente saliente agradece el esfuerzo capitaneado por Eduardo Gallego al recoger y clasificar la información del Congreso, poniéndola a disposición de todo el sector en la página electrónica [www.irpa11.com](http://www.irpa11.com), lo que ha permitido una proyección internacional de este evento inmejorable. “Es una garantía más de que IRPA’11 y la SEPR van a ser una referencia durante los próximos años”.

José Gutiérrez, por su parte, afirma con claridad que el español ha sido “el mejor objetivamente de los congre-

sos IRPA celebrados hasta el momento, ya que se superaron las cifras de asistencia y de presentaciones de ediciones anteriores. Además, en cuanto al contenido, se puede afirmar que ha supuesto un paso adelante, porque se trataron temas que no estaban consolidados en el ámbito internacional, como la protección del medio ambiente, la utilización mal intencionada de fuentes radiactivas o las implicaciones sociales en la protección radiológica, entre otros. Se trata de cuestiones de peso, que fueron confirmadas globalmente por los participantes internacionales, lo que supone un punto de arranque para un avance consensuado”.

Ambos presidentes coinciden en afirmar que una prueba del éxito de IRPA’11 es que sociedades homólogas acuden a la SEPR cuando se enfrentan a la organización de eventos similares solicitando información y apoyo. “Algunas como la francesa y la inglesa han integrado a nuestros socios en los Comités Científicos de próximos congresos”.

El intercambio de conocimientos y experiencias con profesionales provenientes de muy diversos países es otro aspecto que suma positivamente en el balance de IRPA’11. Como afirma Pedro Carboneras, “muchos miembros de la Sociedad, cuyo trabajo no requiere presencia en ámbitos internacionales, tuvieron la oportunidad de conocer el panorama mundial a través de este congreso, en el que contactaron con colegas y con empresas de todo el mundo. Fue, sin duda, una oportunidad de intercambio global”. En esta idea de internacionalización del sector español a partir de IRPA’11, Carboneras pone como ejemplo la publicación conjunta, en versión bilingüe castellano-inglés, que editaron tres sociedades profesionales españolas (la



José Gutiérrez

“

IRPA’11 y la SEPR van a ser una referencia en el mundo de la protección radiológica durante los próximos años

”

SEPR, la Sociedad Nuclear Española y la Sociedad Española de Física Médica), que ofreció una perspectiva general de la Protección Radiológica en España. “Fue una carta de presentación que, en este momento, está presente en instituciones y organismos de un centenar de países y eso significa una proyección muy relevante para nuestro sector”.

La repercusión del Congreso en la sociedad civil es también un aspecto destacado para el presidente saliente. Su presencia en los medios de comunicación ha permitido “que la SEPR esté ahora un poco más cerca de la sociedad, y esto es muy positivo, porque



“

La formación  
es una apuesta clara  
para los próximos años

”

significa que los ciudadanos pueden conocer esta disciplina y sus beneficios”.

Por su parte, José Gutiérrez recuerda la Jornada técnica sobre conclusiones del Congreso IRPA'11 *Repercusiones en el futuro de la protección radiológica en España*, celebrada a finales de septiembre en el CIEMAT, y que califica como “una reunión muy esclarecedora, en la que se analizó cómo afectan las conclusiones de IRPA'11 a la Protección Radiológica en España. El interés que generó y su desarrollo son una muestra más de su éxito”.

### La participación de los socios

La Sociedad cuenta con madurez y experiencia suficientes como para garantizar una continuidad en las actuaciones de las sucesivas Juntas Directivas, sin renunciar a su mejora y particularización. De hecho, como afirma Pedro Carboneras, “los programas de actividades no se restringen a un solo año, si bien es cierto que cada presidencia puede dar un mayor énfasis a algunos temas concretos”.

“En lo que se refiere a las actividades científicas, durante los últimos dos años se organizaron -en mi opinión- un número razonable de encuentros, algunos de los cuales contaron con la colaboración de otras organizaciones, lo

que nos permitió ampliar el ámbito de actuación de la Sociedad”.

“En cuanto a la parte operativa, hay un asunto en el que no se han obtenido los frutos que me habría gustado tener, y es la mayor participación de los socios. Creo que ésta es la asignatura pendiente de la Sociedad, aunque ocurre lo mismo en otras organizaciones que dependen del voluntarismo de sus miembros. Me gustaría que el 100 por ciento de los socios de la SEPR participase activamente en ella, y aunque sé que este objetivo es inalcanzable, sí considero que es necesario hacer todo lo posible por aumentar el número de los que colaboran en las diferentes actividades de la Sociedad”, añade Carboneras.

Gutiérrez comparte esta opinión y añade que “intentaremos ser imaginativos e identificar otras herramientas para incentivar a nuestros socios. Para ello, estableceremos una serie de mecanismos que fomenten la participación utilizando las herramientas más importantes con las que cuenta la Sociedad que son su revista RADIO-PROTECCIÓN y la página electrónica, sin olvidar por supuesto el Congreso bienal”.

Aunque es pronto todavía para adelantar las iniciativas que promoverá esta Junta Directiva, su presidente adelanta “en primicia” para nuestra revista, “la creación de un Foro de Debate en la página electrónica, que se encuentra en fase de elaboración. En este espacio, cada socio podrá expresarse libremente desde el punto de vista científico, facilitando así la participación de los socios a través de un elemento rápido y eficaz”.

### Las relaciones institucionales

La SEPR está presente en las instituciones públicas y privadas relaciona-

“

La SEPR debe optimizar el  
contacto con las autoridades  
sanitarias y potenciar la  
relación con asociaciones  
profesionales del sector

”

das con la Protección Radiológica. Sobre este tema, Pedro Carboneras afirma que “en el traspaso, quise transmitir a los nuevos responsables la necesidad de mantener y potenciar, cuándo y cómo se pueda, el posicionamiento institucional de la SEPR, que en este momento podemos calificar como de muy bueno. Por ejemplo, con el Consejo de Seguridad Nuclear la relación es estable, fluida y operativa. Sin embargo, debemos optimizar los contactos operativos con las autoridades sanitarias, que han cambiado en los últimos tiempos. Aunque la gestión operativa de la sanidad española está transferida a las comunidades autónomas, también el Gobierno central influye de forma relevante en los planes y estrategias de actuación, y en este ámbito la SEPR puede ser un elemento de apoyo para la Administración. Por otra parte, es muy importante también estrechar los lazos con otras sociedades profesionales inmersas en el sector sanitario”, afirma Carboneras.

El nuevo presidente apoya esta idea y añade que la nueva Junta Directiva reforzará sus actuaciones para ofrecer el apoyo profesional e institucional de la SEPR a todas las autoridades. “La madurez de nuestra Sociedad es un elemento muy positivo y estoy convencido de que podremos aportar nuevas

“  
Es necesario transmitir  
a la sociedad la realidad  
de las radiaciones,  
sus aplicaciones, efectos  
y mecanismos de protección

”

y buenas iniciativas a los responsables de la Administración”.

### **La formación, una actividad prioritaria**

Una de las iniciativas de la pasada presidencia fue la creación de las áreas temáticas, en las que los socios pueden participar de una forma directa. En este sentido, José Gutiérrez adelanta que se está estudiando la posibilidad de reorganizar estos grupos temáticos y las comisiones con una estructura parecida a la de IRPA'11, con el fin de optimizar el trabajo.

“La idea es que los grupos temáticos crezcan de abajo a arriba y que cada uno cuente con un enlace con la Junta Directiva, a través de un miembro de la Comisión de Actividades Científicas. Así, las preocupaciones de los socios llegarán con nitidez a la Junta, y ésta podrá transmitir sus iniciativas de una manera eficaz. En ese sentido, es necesario utilizar la página electrónica para recoger los pareceres de los miembros, lo que impulsará su participación, porque sentirán de forma más directa ser parte de la Sociedad”, aclara.

“Lo que he aprendido durante mi periodo como vicepresidente, es que la SEPR será lo que sus socios quieran que sea. No se trata de que la Junta Directiva establezca cómo debe ser la Sociedad; ésta es una tarea de todos”.

Gutiérrez destaca que “la Comisión de Actividades Científicas apuesta claramente por la formación, asumiendo así uno de los objetivos de la Sociedad. En esa línea, ha editado un documento que describe el planteamiento de esquema general sobre los distintos ámbitos en los que la formación en Protección Radiológica está o debería estar presente (formación reglada, reglamentada y general) y la implicación de la SEPR en cada uno de esos ámbitos”. Para Gutiérrez, un aspecto a potenciar en esta línea es “la formación de formadores y la capacitación de nuevas generaciones de profesionales de la protección radiológica”.

Sobre las actividades de formación, ambos presidentes coinciden en la necesidad de llegar hasta la sociedad en su conjunto, para darle a conocer la realidad de las radiaciones, sus aplicaciones, efectos y mecanismos de protección, con información y formación clara y objetiva. Para Carboneras, “se podría empezar por la enseñanza secundaria y la universitaria. Sólo de esa forma podremos transmitir al público general qué son las radiaciones, así como su riesgo, que es real pero limitado”.

Reforzando esta idea, Gutiérrez comenta que “la sociedad demanda mayor participación en la toma de decisiones, por lo que es necesario que tenga la información precisa de antemano, y en esa línea la SEPR brinda su apoyo a las instituciones implicadas”.

### **Actividades de proyección nacional**

Si el año 2004 será recordado en la historia de la SEPR, también tendrá su papel destacado el próximo 2005, ya que la Sociedad alcanzará los 25 años de historia. A este respecto, el nuevo presidente adelanta que la Junta Directiva de la SEPR está diseñando

“  
La SEPR será  
lo que sus socios  
quieran que sea

”

una serie de actos de carácter *cercano y sencillo* para celebrar las *bodas de plata*. A través de la revista de RADIO-PROTECCIÓN y la página electrónica, se informará puntualmente de las actividades, al mismo tiempo que se solicitará la colaboración de los socios.

Los nuevos retos ya están encima de la mesa y la Junta Directiva los aborda con rapidez. Además de la celebración de jornadas monográficas sobre las radiaciones no ionizantes y sobre la radiología digital, ya previstas con anterioridad, destaca la organización del décimo Congreso ordinario de la SEPR, en septiembre de 2005, en Huelva. Para José Gutiérrez, “el Comité Organizador ha avanzado en el proyecto, que ya empieza a ser una realidad. Otra iniciativa muy interesante es la celebración de la jornada sobre intercambio de experiencias entre los profesionales y las UTPR's del ámbito sanitario, una sesión específica que coincidirá con el X Congreso. Será, sin duda, una buena oportunidad para debatir y armonizar temas y actuaciones relativos a la Protección Radiológica en el sector sanitario”, afirma Gutiérrez.

Ambos presidentes coinciden al afirmar que esperan que el X Congreso de la Sociedad sea un éxito y que el buen hacer y el *espíritu IRPA'11* continúen entre los socios en la cita nacional.

# De la comunicación a la participación en las decisiones

A. Alonso

Universidad Politécnica de Madrid.

## RESUMEN

*En las sociedades democráticas modernas han surgido individuos y asociaciones interesadas y preocupadas por los riesgos inherentes a las aplicaciones de las radiaciones ionizantes y la energía nuclear. Haciendo uso de sus derechos democráticos, han solicitado y obtenido de los responsables información sobre tales actividades y se ha establecido un proceso de comunicación con un intercambio fructífero de hechos y circunstancias que está contribuyendo a objetivar el riesgo percibido. En el momento actual, desde la información, pasando por la comunicación interactiva, se está llegando a la participación en las decisiones con mayor impacto o sensibilidad social. Se analiza este interesante proceso, así como sus causas y consecuencias.*

## ABSTRACT

*In the modern democratic societies there have appeared individuals and associations interested in and concerned with the risks proper to the use of ionising radiation and nuclear power. In the use of their democratic rights, they have requested and obtained from those responsible information on such activities and there has been established a fruitful communication process involving the interchange of facts and circumstances that is contributing to make the perceived risk more objective. At the moment, those societies are moving from information, through interactive communication, to participation in the decision-making processes with major social impacts or social sensitivity. This significant movement is analysed, as well as its causes and consequences.*

## PROEMIO

La utilización de la energía nuclear y las radiaciones ionizantes en la medicina, la investigación y la industria forman ya parte de la vida de las sociedades, que han percibido los riesgos de tales aplicaciones. La **percepción** es una sensación interior que resulta de una impresión material hecha en nuestros sentidos, de ella nace el concepto de **riesgo percibido**, que es impreciso y subjetivo, por lo general muy distante del riesgo real o del que estiman los expertos. Sin embargo, el riesgo percibido es numéricamente dominante, ya que el riesgo calculado es el patrimonio de un número reducido de expertos, y resulta además inaccesible, por su complejidad, a la mayoría

de los miembros de la sociedad, que además no pueden evitar el proceso de la percepción. El riesgo percibido es por ello parte de la realidad y no puede ser ignorado. De hecho, este aspecto del riesgo está siendo considerado desde antiguo, si bien el riesgo nuclear percibido por la sociedad está siendo ahora objeto de atención más profunda.

En el estudio y análisis del riesgo percibido, los historiadores distinguen cinco fases bien diferenciadas: La primera fase tiene raíces religiosas, que aún perduran en algunas sociedades, mientras que las cuatro siguientes tienen bases más racionales. Se distingue una fase puramente **filosófica**, que nace en 1775, cuando el filósofo francés Je-

an-Jacques Rousseau atribuyó la responsabilidad de las más de cien mil víctimas causadas por el terremoto de Lisboa a las autoridades que habían permitido la construcción de más de veinte mil viviendas, de seis a siete pisos, en una zona cuya alta sismicidad era bien conocida; una fase esencialmente **tecnológica**, que se inicia en 1940, coincidiendo con el auge del análisis de la frecuencia, causas y consecuencias de los accidentes aéreos y otros desarrollos tecnológicos; una fase **científica** que nace en 1975 con el desarrollo de la metodología probabilista para la cuantificación del riesgo, a la que sigue la fase **ética** actual, que supone en esencia el reconocimiento del riesgo percibido a través



Profesor universitario, serio y un tanto fantasmón -esto no es una autocrítica, sino una apreciación general-participa en un debate público sobre la energía nuclear y el uso de las radiaciones ionizantes. El público está representado por círculos en el interior de una especie de cuernos de la fortuna, en este caso la fortuna de participar en el debate, que emanan de la pizarra donde se representa la radiación, una central nuclear y otros símbolos alegóricos.

del respeto a todos los derechos del hombre, incluido el derecho a la información y a la participación en las decisiones democráticas. Con este fin se ha creado el término **democracia nuclear** o participación de todas las partes. Se trata, por tanto, de una etapa especialmente interesante para el desarrollo armónico de las sociedades modernas, que ha de requerir necesariamente el establecimiento de una **ética dialógica**, o del diálogo, que ha de ser respetada por todas las partes. Haciendo referencia especial a las cuestiones más próximas a la protección radiológica, el trabajo que se presenta analiza cómo se está desarrollando el concepto de democracia nuclear, desde la demanda de **información**, pasando por la **comunicación interactiva**, hasta conseguir la **participación** en la toma de decisiones.

### ASPECTOS SEMÁNTICOS

La literatura inglesa ha introducido dos expresiones para expresar la esencia de la nueva etapa. Se trata de *stakeholder* y *stakeholder involvement*. En el contexto de esta presentación *stakeholder* define a **un individuo, organización o institución social, gubernamental o privada que esté preocupado por o interesado en los riesgos inherentes al desarrollo, la introducción o el uso de las radiaciones ionizantes y la energía nuclear**. Por su parte el término *involvement* incluye en inglés la idea de **implicado de forma profunda en alguna situación complicada o especialmente difícil**.

Como en otras ocasiones, los anglosajones han creado el problema de encontrar vocablos o expresiones caste-

llanas, y en otros idiomas, que tengan un significado análogo. *Stakeholder* es un vocablo de uso vulgar que se refiere a los que apuestan, por ejemplo en carreras de caballos, sin relación alguna con el concepto definido. Por ello se ha acudido a la propia definición y partiendo de los adjetivos *interesado*, *preocupado* o *concernido* se han derivado los sustantivos *el interesado*, *el preocupado* o *el concernido*, con su femenino y plural. El verbo *to involve* puede ser traducido por *involucrar* o *involucrarse*, del que no se deduce un sustantivo adecuado. Se puede también traducir por *escrutar*, del que se deduce *escrutinio*, el cual, con el significado de "examen y averiguación exacta y

diligente que se hace de una cosa para hacer juicio de ella", parece que responde, al menos en parte, al significado de *involvement* de la expresión inglesa. Sin embargo, se ha preferido utilizar el sustantivo *participación*, más suave que *escrutinio*, por lo que *stakeholder involvement* se ha traducido por *participación del interesado*, con la forma gramatical femenina y plural.

### LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Antes se ha dicho que la percepción del riesgo es un concepto muy antiguo, que se estructura y recibe un tratamiento primero filosófico y más tarde tecnológico, científico y ético. Por esta razón, las leyes que promulgaron los países, por ejemplo la Ley 25/64 sobre energía nuclear en España y los reglamentos que la desarrollaron, han



contemplado, en mayor o menor grado, el derecho de la sociedad a ser protegida de los riesgos de las radiaciones ionizantes, a ser informada de dichos riesgos e incluso a poder participar, aunque de forma limitada, en algunas decisiones. El Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas de 1972 establece un procedimiento que permite la participación pública en el proceso de concesión de la autorización previa de las instalaciones nucleares y radiactivas de primera clase. Crea también un Comité de Coordinación con el objetivo de informar a las autoridades locales sobre la seguridad de las instalaciones nucleares. Estos requisitos se han mantenido en la revisión de 1999 de dicho Reglamento. Por su parte, la Ley 15/80 por la que se crea el Consejo de Seguridad Nuclear obliga a este organismo a emitir un informe anual sobre la seguridad de las instalaciones y actividades nucleares y radiactivas del país y a informar a la población en caso necesario. A través de estos textos legales la sociedad adquiere el derecho de ser informada y poder participar en ciertas decisiones y se convierte así en *de-rechohabiente*.

La cuestión no reside en la ausencia de reconocimientos, sino en la profundidad, amplitud y grado de cumplimiento de ellos. Se reconoce que autoridades, organismos reguladores y propietarios no prestaron al principio gran interés por los intereses y preocupaciones de los interesados, preocupados o concernidos, lo que engendró en la sociedad una falta de credibilidad e inició el crecimiento de una fobia a la radiación no siempre justificada. Más recientemente, los responsables se han dado cuenta de que sus actividades ya forman parte de la

vida de la sociedad, que no puede ser ignorada. Además, el escrutinio social tiene un efecto sinérgico sobre la seguridad, que conviene fomentar. De esta forma, el proceso inicial de información se está transformando en un sistema de comunicación interactiva, que está avanzando hacia la participación social en las decisiones significativas. Pero estas nuevas responsabilidades tienen que ser recogidas y reafirmadas en textos legales, todavía muy lejanos.

### **LOS ACTORES INVOLUCRADOS**

El diálogo ético que se postula incluye dos tipos de actores: **los responsables y los preocupados**. Los primeros tienen la responsabilidad de informar, comunicar y decidir; los segundos el derecho de ser informados, la obligación de dialogar y la responsabilidad de participar en las decisiones. El nivel ético del diálogo y la buena fe en la participación de ambas partes medirán la eficacia e idoneidad del nuevo proceso.

En la tabla 1 se clasifican los responsables en tres grandes grupos y se dan ejemplos de tipo general

En un sentido amplio, existen varios tipos de interesados, con ideales y actitudes muy distintas, que pueden ser clasificadas en grandes grupos, como se indica en la tabla 2.

Las instituciones internacionales y supranacionales que se citan, en especial el Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA, y la Agencia de Energía Nuclear NEA/OECD, son creaciones de los estados y en sus estatutos se definen con claridad las actividades y responsabilidades a las que han de responder. Su objetivo principal es favorecer el desarrollo de la

energía nuclear y las aplicaciones de la radiación sin riesgo indebido para la salud y seguridad de las personas y el medio ambiente. Su postura es neutral sin ideologías específicas.

Los ministerios y organizaciones nacionales que se mencionan, cuando no son autoridades responsables, pueden tener criterios propios sobre los diversos aspectos del uso de las radiaciones y la utilización de la energía nuclear. Sus criterios e ideologías coincidirán con las del partido político a que pertenezcan y, en este sentido, pueden tanto promover como reducir los usos y aplicaciones de las radiaciones y de la energía nuclear, siempre dentro de las posibilidades y circunstancias que permitan las leyes aplicables.

La industria nuclear y las correspondientes organizaciones empresariales, en especial los llamados Foros de la Industria Nuclear, tienen lógicamente un decidido interés por el desarrollo y crecimiento de sus actividades y así lo manifiestan en público. Es bien sabido que las industrias energéticas no nucleares, en especial las basadas en el carbón y en los hidrocarburos, se consideran competidores de la industria energética nuclear y mantienen sobre ella una actitud negativa o neutra.

Las sociedades profesionales, tales como la Sociedad Nuclear Española o la Sociedad Española de Protección Radiológica, defienden los intereses de los profesionales que las constituyen. En este sentido, su actitud es positiva, responsable y fundada en el conocimiento y la experiencia. Además, muchas de estas sociedades han establecido códigos de buena conducta profesional que aumentan su credibilidad.

**Tabla 1: Tipos y clasificación de los responsables.**

Autoridades	En España el ministro de Industria, Comercio y Turismo y altos cargos ministeriales. En otros países el primer ministro o ministros de Industria, Sanidad y Medio Ambiente o Ministerios de Desarrollo u Organismos independientes
Propietarios y explotadores de la autorización	El propietario de la autorización es legalmente responsable de la seguridad y de la protección radiológica de la instalación
Organismos reguladores	En España el Consejo de Nuclear. En otros países organismos similares, colegiados o no, y organizaciones de soporte técnico

**Tabla 2: Tipos y clasificación de los interesados.**

Organizaciones internacionales y supranacionales	Organismo Internacional de Energía Atómica, Agencia de Energía Nuclear de la OECD, Unión Europea (Tratado EURATOM). Organización Mundial de la Salud
Ministerios y Organizaciones nacionales	Ministerios y Organizaciones Nacionales de Industria, Salud, Economía, Desarrollo, Medio Ambiente, Educación, Ciencia y Tecnología, Interior. Los servicios o Institutos nacionales de Protección Civil, Meteorología, Hidrología y Geología
Industria nuclear	Proyectistas, Fabricantes, Suministradores de equipo y servicios, Organizaciones industriales
Industria energética no nuclear	Proyectistas, constructores, suministradores y explotadores de sistemas energéticos no nucleares
Sociedades profesionales	Sociedades profesionales que cubran aspectos nucleares, radiológicos, legislativos, gestión de residuos y aplicaciones de la radiación
Universidades e Institutos de investigación	Universidades públicas y privadas, centros de investigación y desarrollo de la tecnología nuclear, aplicaciones de la radiación, gestión de residuos, impacto ambiental y actividades relacionadas
Autoridades locales y regionales	Autoridades políticas y profesionales en municipios y regiones con actividades nucleares y radiactivas
Organizaciones sociales	Organizaciones no gubernamentales, partidos políticos, medios de comunicación, grupos de interés
Miembros del público	Cualquier ciudadano o grupo de ciudadanos interesados en o afectados por instalaciones nucleares, instalaciones radiactivas, transporte de materiales radiactivos o usos de la radiación

La educación es la base de todo entendimiento, por eso las instituciones de enseñanza, desde la primaria hasta la universitaria, constituyen un elemento indispensable para la apreciación certera, amplia y bien fundada de los riesgos inherentes al uso de las radiaciones y de la energía nuclear. Por su parte, los institutos y centros de investigación, tanto públicos como privados, crean el conocimiento y son por ello elementos de referencia y ecuanimidad.

Las autoridades y profesionales locales y regionales, así como los habitantes de los municipios cercanos, tienen un interés directo sobre la seguridad de las instalaciones, ya que sus vidas se desarrollan dentro de su influencia y han de estar preparados para cualquier emergencia. Además, pueden ser beneficiarios directos a través de tasas e impuestos, aparte de encontrar puestos de trabajo mejor pagados. Por ello, su interés y preocupación es genuina y deben ser escuchados y partícipes de las decisiones que les importen. La Asociación Española de Municipios en áreas Nucleares es un ejemplo muy elocuente y positivo de este grupo.

La mayor parte de las organizaciones sociales se encuentran en el extremo más pesimista de la percepción del riesgo. Algunas organizaciones no gubernamentales mantienen sentimientos muy profundos contra la energía nuclear y el uso de las radiaciones. Otras mantienen un fervor especial y loable por la protección del medio ambiente y consideran que la energía nuclear es un contaminante peligroso mientras funciona y posteriormente a causa de los residuos radiactivos. Algunas de estas actitudes se basan en principios e ideas filosóficas y no en hechos y circunstancias reales, que



han de ser presentadas y discutidas de forma clara, completa y precisa.

Los medios de información son posiblemente los que más influyen en la opinión pública sobre la energía nuclear. En muchos casos, estos medios incluyen profesionales y expertos en la materia, pero en muchos otros no siempre buscan la información en los centros de conocimiento y de experiencia o interpretan erróneamente la información que se les suministra contribuyendo así a la confusión.

El espectro actual de opiniones y actitudes es, por consiguiente, muy diverso y dispar. Es cierto que las actividades nucleares y radiactivas ofrecen un riesgo, por eso han de ser controladas, pero también suministran un beneficio que no se debe perder. Por ello, interesa que todos los grupos interesados sean informados y participen, hasta el límite máximo, en las decisiones, con el objetivo de reducir los riesgos hasta límites aceptables, sin renunciar a los beneficios. De los atributos de la comunicación y modo de participar de forma eficaz en las decisiones se trata seguidamente.

### **DE LOS ATRIBUTOS DE LA COMUNICACIÓN**

La comunicación implica explicación e intercambio entre dos partes: los interesados y los responsables. Para que sea eficaz, la comunicación debe tener algunos atributos imprescindibles; entre otros, debe ser: **real, apropiada, completa, oportuna y comprensible.**

La comunicación debe referirse a hechos ciertos que sean significativos para comprender bien el alcance de los riesgos nucleares, que han de ser des-

critos de forma satisfactoria y completa. Tiene que responder a las preocupaciones y ansiedades de los individuos y grupos a los que va dirigida, lo que exige de los que comunican conocimiento previo de las preocupaciones sociales, que deben adquirir de forma abierta, considerada y modesta. La comunicación debe hacerse oportunamente, cuando el interés es máximo y la comunicación más necesaria evitando la búsqueda de afirmaciones erróneas o mal informadas. Si la comunicación no es comprensible para todos engendra más incertidumbres de las que resuelve.

La comunicación debe referirse tanto a aspectos generales de la seguridad de las instalaciones y de la protección radiológica de las personas, como a aspectos específicos relacionados con la explotación de las instalaciones. Por lo general, la comunicación básica corresponde a las autoridades y organismos reguladores, entre las instituciones responsables, pero también a organizaciones neutrales y bien informadas, en especial instituciones de enseñanza superior e instituciones profesionales; mientras que la información específica es más propia de los propietarios y explotadores de las instalaciones nucleares y radiactivas. La eficacia de la información básica aumenta con el diálogo y el intercambio de opiniones. El esfuerzo educativo debe empezar cuanto antes, incluso en la enseñanza primaria y continuar a través de la enseñanza secundaria hasta la universitaria. Naturalmente este esfuerzo requiere la atención de las autoridades de los ministerios de Educación, no siempre propicios a tal esfuerzo.

Cuando sea necesario comunicar sucesos anormales, incidentes y, sobre todo, accidentes con consecuencias

graves, es necesario extremar los atributos anteriores, en especial la comunicación debe ser completa, precisa y oportuna y debe incluir no sólo una descripción de los hechos y circunstancias, sino también de las causas, consecuencias y medios de prevención incorporados para evitar su repetición. Debe también hacerse en el momento oportuno para evitar que sea malinterpretada por los medios de comunicación no expertos. En el caso de las instalaciones nucleares, es necesario también ser preciso y completo en las comunicaciones referentes a las descargas normales de radiactividad, la vigilancia de los niveles de radiactividad en el medio ambiente y sobre la gestión de los residuos radiactivos que se generen.

La responsabilidad de la comunicación sobre la experiencia operativa de las instalaciones, tanto nucleares como radiactivas, corresponde al explotador de la instalación y también a los organismos reguladores, como el Consejo de Seguridad Nuclear en España. El análisis de la experiencia de explotación es una excelente fuente de conocimientos que deben ser comunicados y transmitidos a otros explotadores. Las causas primarias del accidente de TMI-2 en 1979 –el fallo al cierre de las válvulas de seguridad del presionador– se había producido meses antes en la central de Davis Besse, circunstancia que no fue comunicada oportunamente. Con el objetivo de mejorar esta situación, el propio OIEA ha creado el llamado *Incident Reporting System*, por el que los países se comprometen a participar en la creación de un banco mundial de incidentes que los expertos revisan para mejorar la seguridad de las instalaciones. En el caso de las instalaciones nucleares, a través de WANO

(*World Association of Nuclear Operators*), los propios explotadores han creado un sistema similar.

La comunicación puede ser directa o indirecta. En el primer caso, el comunicante se encuentra muy cerca del interesado, cuya participación incrementa la eficacia. Las centrales nucleares y otras instalaciones del ciclo del combustible han creado centros de información donde se explica a los interesados, con medios didácticos avanzados, las peculiaridades de la instalación. En España, existen tales centros en todas las centrales nucleares, así como en la sede central de Enresa y en el Consejo de Seguridad Nuclear, entre otros. La comunicación directa puede también tomar la forma de debates y conferencias de prensa participativas, así como apariciones públicas y debates en radio y televisión.

La comunicación indirecta tiene generalmente lugar a través de informes, declaraciones formales y notas de prensa, que se difunden a través de los medios de comunicación o mediante redes informáticas. Esta comunicación no interactiva es menos efectiva, ya que exige la lectura por parte del interesado y limita el intercambio directo, pero tiene la fortaleza de los documentos escritos. Tal vez la situación ideal sea la comunicación interactiva consolidada por el documento escrito.

### **DE LA PARTICIPACIÓN DE LOS INTERESADOS**

Así como el paso de la información a la comunicación activa se ha hecho con rapidez y sin inconvenientes, el camino de la comunicación a la participación sólo se está iniciando. El ma-

yor inconveniente reside en que tal participación no debe dañar la responsabilidad de los que han de tomar decisiones. La ley hace al explotador-propietario legalmente responsable de la seguridad de las instalaciones y de la protección radiológica de las personas; mientras se recomienda que las decisiones que tomen los organismos reguladores hayan de ser independientes de toda influencia de cualquier signo. Sin embargo, el movimiento hacia la participación es muy firme, por lo que es preciso encauzarle y someterle a normas. Además, existen decisiones de elevada importancia social o singularmente sensibles, que no afectan directamente a las responsabilidades de los explotadores-propietarios, ni a los organismos reguladores, en las que la participación de los interesados resulta conveniente o necesaria. Seguidamente se expone una lista de actividades de elevado interés o sensibilidad social y un análisis de los requisitos básicos para la participación eficaz.

#### **Decisiones de elevado interés o sensibilidad social**

Entre otras, se citan las que siguen:

1º. **Debate sobre la incorporación de la energía nuclear en el plan energético de un país.** Tradicionalmente, desde la década de los años sesenta, los distintos gobiernos nacionales han establecido planes energéticos, que antes de la transición se discutían generalmente con las empresas afectadas. El Plan Energético del año 1983, en el que se estableció la moratoria nuclear y se decretó que el ciclo del combustible había de ser abierto, fue discutido en el Parlamento

y tuvo por ello alguna resonancia social. Sin embargo, en España no ha habido todavía un debate nacional sobre esta cuestión, como ha ocurrido en otros países. De especial significado, dentro del contexto que se expone, es el debate nacional sobre la energía que ha tenido lugar recientemente en Francia entre marzo y octubre de 2003. Iniciado por el gobierno francés y dirigido fundamentalmente a todos los estamentos de la sociedad francesa, este debate nacional ha incluido un amplio espectro de cuestiones científicas, técnicas, ambientales, geopolíticas, económicas y sociales, en el que han participado los estamentos políticos, los expertos, las organizaciones sociales y el público, dentro de un diálogo abierto y constructivo. Es evidente que este debate, educativo y democrático, ha servido para reafirmar en Francia el uso de la energía nuclear y su aceptación social mayoritaria.

2º. **Debate sobre la instalación de una nueva central o instalación nuclear, en especial un almacenamiento de residuos radiactivos.** La experiencia demuestra que en las sociedades democráticas la instalación de una nueva central o instalación nuclear, en especial si se trata de un almacenamiento de residuos, no puede hacerse sin contar, al menos, con la aprobación de la población vecina potencialmente afectada. En España, a pesar de los esfuerzos realizados, Enresa no pudo encontrar un emplazamiento para construir un almacén de pararrayos radiactivos.

Como ya se ha dicho, la legislación española regula la participación de los interesados en la fase de **autorización previa** de las instalaciones nucleares y radiactivas de primera clase. Esta norma ha sido utilizada de forma



creciente en las autorizaciones previas de las instalaciones españolas afectadas y en cierta manera fue la causa del fallo contrario al emplazamiento de una central nuclear en Irlta (Castellón de la Plana), y más recientemente requirió la intervención del gobierno en la autorización de un almacén de elementos combustibles irradiados en el emplazamiento de Trillo. No hay duda que será también utilizada en cualquier solicitud futura. El proceso requiere el análisis de cada una de las objeciones y opiniones que se formulen y la justificación de la decisión que finalmente se tome, lo que podrá alargar considerablemente cualquier proceso de selección de emplazamiento.

La selección del emplazamiento para una nueva central nuclear y para un almacenamiento de elementos combustibles irradiados en Finlandia ha sido un largo proceso en el que ha intervenido el Parlamento, así como las autoridades locales y el público afectado. La aceptación del almacenamiento de combustibles irradiados en *Yucca Mountain*, en EE UU, es un proceso todavía no concluido, a pesar de los años transcurridos.

**3°. La parada definitiva, desmantelamiento y clausura de una central o instalación nuclear.** Si la parada definitiva, desmantelamiento y clausura de una central nuclear o una instalación del ciclo del combustible es una decisión tomada por el explotador-propietario por razones económicas u otras, o por el organismo regulador y, por tanto, basada exclusivamente en razones de seguridad apreciadas independientemente de cualquier otra influencia, tales decisiones deben ser tomadas sin participación de cualquier otro organismo interesado. El cierre definitivo

de la central José Cabrera previsto en abril de 2006 no contó con la unanimidad de los miembros del Consejo de Seguridad Nuclear y dejó dudas de naturaleza técnica sobre la decisión tomada. Si la decisión se basa en criterios exclusivamente políticos, los afectados e interesados tendrían entonces el derecho democrático de participar en la decisión tomada y sus opiniones deberían ser escuchadas antes de tomar tal decisión. La cancelación de las autorizaciones de construcción de las centrales nucleares de Valdecaballeros, Lemoniz y Trillo-II por razones políticas tuvo que ser compensada económicamente a través de la tarifa eléctrica.

**4°. El establecimiento de un plan de emergencia.** En caso de emergencia por razones radiológicas la población vecina a la instalación es la más directamente afectada; por esta razón, las autoridades locales y regionales, los profesionales locales –médicos, veterinarios, farmacéuticos, maestros –deben participar en la redacción del plan de emergencia que se establezca, así como verificar que se dispone de todos los medios y equipos necesarios para su ejecución, e incluso ser responsables de tal equipo. Sin embargo, tales autoridades y profesionales no deben participar en las decisiones que se tomen durante la fase aguda de una emergencia real, aunque su participación es imprescindible en los simulacros y correspondientes evaluaciones. Su participación es también necesaria en las medidas que se tomen a largo plazo, después de la fase aguda de la emergencia. En este sentido, resultan de especial interés las *Decision Conferences* sobre Chernobyl y más recientemente el proyecto ET-

HOS, llevado a cabo en Belorusia, que se describen más adelante.

**5°. El desarrollo de legislación nuclear.** Las leyes son propuestas por los gobiernos, pero discutidas y aprobadas por los parlamentos; en este sentido, cuentan con la participación de los interesados a través de los representantes parlamentarios. Los decretos que desarrollan las leyes son elaborados por los ministerios afectados y aprobados por el Gobierno, después de ser revisados por diversos cuerpos jurídicos, quienes verifican que no contravienen las leyes que desarrollan. La normativa técnica específica es generalmente elaborada por los organismos reguladores. El Consejo de Seguridad Nuclear tiene autoridad para redactar **instrucciones** de obligado cumplimiento y **guías de seguridad** que orientan cómo es posible cumplir los objetivos de los decretos. Por lo general, en estos últimos casos, se busca la opinión de los afectados, que tienen así una oportunidad de participar en la redacción de dichos documentos, pero no es general que se pida la opinión en un régimen abierto que no excluya a nadie, como ocurre, por ejemplo, con las guías de la Comisión Reguladora Nuclear de EE UU.

En el campo de la protección contra las radiaciones ionizantes, la Comisión Internacional de Protección Radiológica está dando un buen ejemplo de cómo los estamentos interesados deben ser consultados antes de tomar la decisión final sobre las nuevas recomendaciones sobre protección radiológica, que dicha institución está elaborando desde hace años.

**6°. El control de emisiones radiactivas y la vigilancia de la radiactividad ambiental.** El control de las emisiones radiactivas y la

vigilancia de la radiactividad ambiental es uno de los temas de mayor sensibilidad social. En la mayoría de los países la legislación exige que se informe sobre ello a la población potencialmente afectada. El estatuto del Consejo de Seguridad Nuclear obliga a esta institución a que se informe anualmente al Congreso de los Diputados y al Senado sobre estos aspectos, pero no se contempla la participación de las autoridades locales y regionales y del público potencialmente afectado. El tratado de Euratom exige que los miembros informen periódicamente de estas actividades de acuerdo con normas específicas. Los datos se recopilan y analizan y se redactan informes y construyen mapas en los que se ilustra el fondo radiactivo de la Unión. Aunque el tema es fundamentalmente técnico, no debería ser excluida la participación de las autoridades y expertos locales en los planes de vigilancia de la radiactividad ambiental y en el análisis de los resultados.

**6°. Realización de estudios epidemiológicos alrededor de los emplazamientos nucleares.** Desde el punto de vista social, la mayor preocupación reside en la realización de estudios epidemiológicos entorno a los emplazamientos nucleares a fin de determinar el potencial aumento de carcinomas de distintos tipos. La legislación no exige que se realicen tales estudios, que en muchos casos han sido encargados, a sus expensas, por los interesados. Estos estudios se han realizado en muchos países, por lo general por personal no suficientemente cualificado en la materia y con resultados a veces alarmantes. La dificultad de estos estudios reside en separar de la radiactividad otros agentes cancerígenos y en el elevado número de ca-

sos a investigar a fin de tener datos estadísticamente significativos. En España se han hecho también este tipo de estudios, el último de los cuales por expertos del Instituto de la Salud "Carlos III", sin resultados concluyentes. Sin embargo, la sensibilidad e importancia social del caso obliga a que sea tratado con mayor consideración. A este respecto es notable el esfuerzo realizado recientemente por COGEMA, la empresa francesa del grupo AREVA, explotadora y propietaria de la planta de reelaboración de La Hague, en la que la propia compañía colaboró de forma abierta y eficaz con los potentes grupos interesados.

**7°. La gestión de los residuos radiactivos.** La gestión de los residuos radiactivos es otro de los temas con alta sensibilidad social. Los residuos de baja y media radiactividad y vida corta, entre los que se encuentran los hospitalarios, se envían a almacenamientos definitivos, en España a El Cabril, por lo general bien aceptados. Son los residuos de elevada actividad específica y larga vida, más concretamente los elementos combustibles irradiados, los que causan mayor ansiedad y preocupación y para los que todavía no existen soluciones definitivas, salvo almacenarlos en las piscinas de desactivación de las propias centrales nucleares o en almacenes temporales, como es el caso de la central de Trillo. En Francia los elementos combustibles irradiados no son considerados residuos, sino materiales valiosos, que se someten a un proceso químico que separa el uranio no consumido y el plutonio generado, así como algunos elementos radiactivos para otras aplicaciones, tales como el cesio-137. Los residuos del tratamiento se convier-

ten en vidrios y se almacenan temporalmente.

En España no ha sido posible elaborar una ley sobre residuos, a pesar del esfuerzo realizado en el Senado, y Enresa no ha podido encontrar ningún emplazamiento socialmente aceptado para un almacenamiento temporal o definitivo, lo que constituye una situación sin salida. Además, la central nuclear José Cabrera no podrá ser desmantelada hasta que no exista un almacenamiento autorizado para llevar allí los elementos combustibles irradiados. El tema requiere un debate de gran envergadura que implique al gobierno, a diversas instituciones del estado, centros universitarios y de investigación y organizaciones sociales y profesionales, que tendrá que comenzar, como ya se ha hecho en otros países, con la promulgación de una ley adecuada. Los últimos programas marco de Euratom han incluido interesantes programas de investigación sobre cuestiones sociales y éticas en la gestión de residuos radiactivos, tales como RISCOM y COWAM, que serían de gran ayuda en tal debate.

### ***Atributos de la participación eficaz***

La participación de los interesados en los procesos de decisión requiere el establecimiento de normas de participación y ha de estar sometida a ciertos límites y condiciones, incluyendo límites al número de participantes y al proceso de selección, que ha de ser democrático, que hagan la participación efectiva y constituyan una ayuda a la decisión final, que debe estar fuera del proceso. A los fines anteriores, en los países más avanzados, se han promulgado leyes y en los organismos



y agencias internacionales se han creado instituciones específicas para contribuir al desarrollo de tal idea. En Francia, por ejemplo, la ley Barnier requiere que toda obra pública de una cierta envergadura-incluyendo centrales nucleares y líneas de transmisión eléctrica, entre otras-se someta a un debate público de acuerdo con un procedimiento establecido a través de una comisión nacional de debates públicos, que cuida que los encuentros no incluyan aspectos ni razonamientos emocionales o dogmáticos, como es frecuentemente el caso. En otros países avanzados se ha establecido normativa similar. En los países anglosajones, muy en especial en el Reino Unido y con el mismo fin, son frecuentes las llamadas *public inquires*, dirigidas por un juez, que han contemplado también diversos aspectos de la energía nuclear. En el campo del medio ambiente, el convenio Aarhus constituye también un ejemplo pionero sobre la participación social en las decisiones.

Además de los requisitos relativos a los procedimientos, la participación debe contemplar aspectos éticos tales como: **honestidad, buena fe, ausencia de dogmatismo y conocimiento** de la cuestión. Todas las partes han de estar obligadas a mantener una postura honesta en sus argumentos, que no han de ir más allá de la verdad y los hechos reales. El diálogo ha de estar basado en la buena fe y no caben las posturas preconcebidas y dogmáticas. Las partes han de estar preparadas para aceptar los argumentos que sean convincentes y rechazar los que no puedan ser probados. Naturalmente, en todos los casos, singularmente en las decisiones técnicas, las partes han de poseer un mínimo de co-

nocimientos en la materia que se discute.

### **EJEMPLOS DE PARTICIPACIÓN DE INTERÉS EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

A título de ejemplo se ha seleccionado tres ejemplos internacionales, de entre otros existentes, de particular interés en temas de protección contra las radiaciones ionizantes.

#### **Las conferencias de Chernobyl**

Una de las primeras manifestaciones de interés internacional en estas cuestiones se encuentra en las llamadas **conferencias de Chernobyl** para la toma de decisiones relacionadas con la protección radiológica de las personas afectadas por el accidente. Se basaron en los procesos derivados de la teoría de la decisión desarrollados y puestos en práctica por las grandes compañías y asociaciones para desarrollar estrategias de mercado, distribución del presupuesto o modificación de la estructura, entre otros aspectos. Uno de estos procesos es la celebración de las llamadas conferencias para la toma de decisiones, que son discusiones entre los ejecutivos de la empresa, generalmente de dos días de duración fuera de la sede empresarial.

Las conferencias de Chernobyl tomaron el modelo antes descrito para decidir las mejores medidas de protección de la población afectada teniendo en cuenta factores sociales, políticos y económicos. A tal fin, en 1990, se celebraron cuatro conferencias, que consideraron los problemas específicos de las repúblicas afecta-

das, Bielorrusia, Ucrania y Rusia, y en toda la Unión, y una quinta en la que se analizaron los resultados de las anteriores. Los actores principales fueron las autoridades responsables de paliar las consecuencias del accidente, acompañados de expertos. También se invitó a representantes de las distintas academias científicas de las repúblicas. No participaron directamente las organizaciones sociales, pero la opinión pública estuvo presente en las deliberaciones. En este sentido, las conferencias de Chernobyl constituyen un paso hacia la participación de los interesados en los procesos de decisión en temas de gran sensibilidad social. Aunque resultó muy difícil conseguir opiniones unánimes en aspectos claves, tales como los límites de dosis de radiación para las distintas medidas de protección, el ejercicio constituye un primer modelo de participación amplia en procesos de decisión en el campo de la protección contra las radiaciones ionizantes.

#### **Las reuniones de Villingen**

Un ejemplo notable de esta actividad está ligado con un Grupo de Expertos de la Agencia de Energía Nuclear de la OECD llamado EGPSI, *Expert Group in Radiation Protection Decision Making*, que ha celebrado tres interesantes reuniones en Villingen, Suiza, que están teniendo un gran impacto en el campo de la protección contra las radiaciones ionizantes.

*The First Villingen Workshop, 1998*, consideró el tema **Aspectos sociales del proceso de decisión en situaciones radiológicas complejas**, en el que se consideraron varios casos reales y se llegó a la conclusión firme que la protección radiológica debe

adaptarse a la solución de las necesidades de la sociedad y no al contrario. *The Second Villingen Workshop*, 2001, trató el tema: **Mejor integración de la protección radiológica en la sociedad moderna**, en el que se analizaron las actividades de distintas organizaciones públicas y privadas concluyendo sobre la necesidad de establecer guías prácticas para la incorporación de todas las partes a los procesos democráticos de decisión en cuestiones de radioprotección. *The Third Villingen Workshop*, 2003, titulado: **Participación de los interesados en los procesos de decisión que involucren radiación: Exploración de procesos y sus implicaciones**, trató justamente de resolver los problemas identificados en la segunda reunión, concluyendo que la particularidad de las distintas situaciones aconseja el establecimiento de normas muy flexibles, no sólo a fin de tener en cuenta la variedad de situaciones, sino también la idiosincrasia de los participantes.

La experiencia adquirida en los seminarios de Villingen y en la propia experiencia de los países que incluyen la participación pública en los procesos de decisión es muy variada y, por lo general, negativa para la eficacia del propio proceso de decisión, fundamentalmente a causa de la preponderancia de argumentos emocionales por parte de los participantes no expertos y la utilización de argumentos de difícil comprensión por parte de los profesionales. Esta falta de diálogo constructivo y poco eficaz revela la novedad de la situación. La solución no está, por tanto, en renunciar a la participación de todas las partes, sino en practicar tal participación con un sentido racional y ético.

### **El proyecto ETHOS**

El proyecto ETHOS constituye un ejemplo satisfactorio de cómo es posible mejorar la calidad de vida de la población que habita en áreas contaminadas con cesio-137 a causa del accidente de Chernobyl-4, hasta niveles máximos de 15 curios/km<sup>2</sup>, en cinco localidades del sureste de Bielorrusia. La mejora conseguida se debe no sólo a las medidas de protección puestas en práctica, sino también, y de forma fundamental, a la participación activa de la población, junto con los expertos europeos, en el entendimiento de la situación y en el establecimiento de las medidas. Es bien sabido que el riesgo percibido se acerca al real cuando los individuos perciben que la situación se encuentra bajo su control. Cuando el control se encuentra en manos de otros, que además no informan con precisión, la situación se degrada; esta era la situación en las localidades objeto del estudio antes de la puesta en marcha del proyecto ETHOS.

ETHOS es un proyecto europeo, desarrollado entre 1996 y 2001, copatrocinado por la Comisión Europea y, en una segunda fase, por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Suiza, y llevado a cabo por expertos de instituciones francesas en colaboración con institutos científicos de Bielorrusia, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población afectada, a través de la participación activa de las autoridades y expertos locales, las organizaciones sociales y la población. En este sentido, constituye un ejemplo significativo de participación de los afectados en decisiones socialmente muy sensibles. El proyecto ETHOS ha demostrado que a través de la educación es posible introducir una

cultura radiológica en un medio rural, disipando así temores e informaciones infundadas; que la radiación puede ser fácilmente medida e incluso interpretada por los individuos de la población con un mínimo de entrenamiento, y que se pueden tomar medidas de protección contra las radiaciones ionizantes muy pragmáticas, sencillas y efectivas. Los frutos del proyecto ETHOS fueron discutidos en un seminario internacional (Stolyn 15-16 de noviembre de 2001), con notable participación de la sociedad, que apreció los frutos positivos del trabajo realizado.

### **CONCLUSIÓN**

El impacto político, social y económico de la utilización de las radiaciones ionizantes y el uso de la energía nuclear ha despertado también el interés por los riesgos asociados a tales usos. Los progresos de la democracia y el reconocimiento de los derechos humanos han motivado la aparición de individuos y grupos sociales interesados por dichos usos y preocupados por sus riesgos, que han demandado de los responsables primero información, después comunicación interactiva y ahora participación en las decisiones de mayor impacto o sensibilidad social. Este interés y preocupación se ha extendido a muchas otras organizaciones e instituciones de carácter público y privado. Si bien la información y la comunicación se han desarrollado y se ejecutan normalmente, y aunque ya se pueden encontrar ejemplos notables de participación en las decisiones, la aplicación eficaz de este último concepto requiere mayor madurez en todas las partes implicadas.

# Valoración de un sistema de Scan digital frente a un sistema convencional cartulina película en exploraciones de columna total en pediatría

M.L. España (\*), G. Gómez (\*\*), A. Romero (\*\*\*), A. Miñambres (\*),  
G. Albi (\*\*), A. Floriano (\*), A. Rodríguez (\*\*), P. López Franco (\*)

(\*) Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario de La Princesa. Madrid.

(\*\*) Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Infantil Niño Jesús. Madrid.

(\*\*\*) Dosimetría de Radiaciones ionizantes. CIEMAT. Madrid.

## RESUMEN

### Objetivo

La comparación tanto desde un punto de vista dosimétrico como de calidad de imagen de un sistema convencional de cartulina película con un sistema de scan digital en procedimientos de telerradiografía de columna total en pediatría.

### Material y métodos

El estudio se ha realizado sobre una muestra de cuarenta pacientes sometidos a procedimientos de telerradiografía de columna total, considerando un paciente standard de 12 años. El sistema de scan digital solo se ha utilizado en pacientes colaboradores. En el estudio dosimétrico se ha incluido el producto dosis-área, y la dosis superficie a la entrada en tórax, y gónadas en los niños, y en abdomen a nivel de útero en las niñas. Para la medida del producto kerma-área se ha utilizado una cámara de transmisión, y para las medidas de dosis superficie a la entrada dosímetros de termoluminiscencia LiF:Mg,Cu,P y LiF:Mg,Ti. La protección gonadal se ha utilizado en todos los casos. La calidad de imagen ha sido evaluada por tres radiólogos de acuerdo al grado de cumplimiento de los criterios de calidad de imagen establecidos.

## ABSTRACT

### Objective

To compare from both dosimetry and image quality standpoints, a digital scanning system with a conventional screen film system, in the full spine radiological procedure.

### Design

The standard patient is considered to be 12 years old, and a sample of forty patients referred for full spine radiological procedure has been studied. Gonad shielding has been used in all the patients, and its efficiency has been evaluated. Dosimetric study includes Kerma-area product, and thorax and gonad entrance surface dose. Kerma area product has been measured using a transmission camera, and for entrance surface dose estimation both thermoluminescent dosimeter LiF:Mg,Cu,P and LiF:Mg,Ti have been utilized. Three radiologists have evaluated the image quality according to the degree of fulfilment of the image quality criteria.

### Resultados y discusión

Los valores obtenidos de kerma-área con el sistema de scan digital representan disminuciones de 33,5% frente al sistema convencional de cartulina película utilizado. Así mismo en los pacientes varones la disminución de dosis en gónadas sin blindaje es del 85,8%, y en las mujeres la disminución de la dosis superficie a la entrada en abdomen alcanza un 62,1%. La dosis a la entrada en la superficie del tórax disminuye un 17,9%. La imagen digital presenta una menor resolución comparada con el sistema convencional de cartulina película, pero todas las imágenes son aptas para el diagnóstico, mientras que con el sistema convencional se han obtenido imágenes sobre o subexpuestas.

### Conclusiones

En los procedimientos de columna total el sistema de scan digital permite una reducción en los indicadores dosimétricos considerados, cuya magnitud depende, entre otros factores, del entrenamiento del operador. La viabilidad diagnóstica del sistema de scan digital es similar a la del sistema cartulina película pero con una menor tasa de rechazo.

### Results and discussion

In the digital scan system Kerma-area product is 33,5% lower than in the screen film conventional system. For men the decrease of the dose in gonads without shielding reaches values of 85,8%, and for the women the decrease of the entrance dose in the abdomen surface reaches up to 62,1%. The entrance dose in the thorax surface decrease up to 17,9% in the scanning method. The digital image presents a lower resolution than the conventional system, but all of the images have been considered optimal, compared with the conventional system, where overexposed or underexposed images have been evaluated.

### Conclusions

The digital scan system allows for a reduction in the radiation dose in the full spine examination, however its magnitude depends on the skill of the radiographer. The diagnostic viability is similar to those of the conventional system with a lower rejection rate.

## INTRODUCCIÓN

Los principios de protección radiológica en radiología pediátrica deben ser especialmente críticos debido a las características de los pacientes pediátricos en relación al riesgo de aparición de efectos estocásticos. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) establece que la incidencia de cáncer mortal radioinducido varía con la edad en el momento de la exposición, y con la edad de aparición, dependiendo del tumor a considerar. En el caso del carcinoma de mama radioinducido la susceptibilidad es mayor en mujeres muy jóvenes, y el carcinoma de tiroides muestra la misma tendencia frente a la edad, aun-

que la incidencia a lo largo de la vida para los niños es de 2 a 3 veces mayor que en adultos (1).

La justificación de toda exposición a radiaciones ionizantes, con fines médicos, está regulada en nuestro país de acuerdo al Real Decreto 815/2001 (2), siendo el médico prescriptor quien, en base al balance riesgo beneficio de la misma, debe justificar la exploración, pero la decisión final de la justificación queda a criterio del radiólogo por lo que éste debe conocer las estimaciones de los riesgos asociados a las diferentes exploraciones, y técnicas utilizadas (3)

La teleradiografía de columna total permite la evaluación de la escoliosis, patología muy habitual entre pacientes

adolescentes, que representan en Europa entre el 15 y el 30% de la población (4). Dado que, por las características de la exploración, se irradian órganos críticos, y que en general el control de esta patología exige la repetición de forma mas o menos periódica de la exploración radiológica (5), se debe requerir que se cumplan los criterios de justificación, y que se realicen procesos de optimización de la dosis recibida por el paciente. Algunos estudios realizados en pacientes sometidos a este tipo de exploración revelan un incremento en el riesgo del carcinoma radioinducido, que en el caso de la mama puede ser de un 2,1% (6), o de defectos hereditarios. Así mismo se han realizado estudios



sobre malformaciones congénitas, abortos espontáneos, o niños de bajo peso, entre mujeres que en la adolescencia fueron sometidas a diversas exploraciones de columna total, encontrándose disminuciones en el peso del recién nacido de 37,6 g por cGy (7).

La optimización de los procedimientos radiológicos exige que éstos se realicen con la mínima dosis compatible con una imagen apta para el diagnóstico, y en este sentido se están desarrollando nuevos sistemas de imagen, o nuevas tecnologías en el equipamiento que permiten optimizar la protección radiológica del paciente [8,9,10]

El objetivo de este trabajo es comparar, tanto desde el punto de vista dosimétrico como de calidad de imagen, un sistema digital de scan para la obtención de imágenes de columna total, para un paciente pediátrico standard, frente a un sistema convencional de cartulina película, con el fin de que los radiólogos de nuestro Servicio dispongan de la información necesaria para la justificación de un nuevo método de exploración para el estudio y seguimiento de la escoliosis en pacientes pediátricos, y establecer unas normas para su aplicación.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio se ha realizado en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Infantil Niño Jesús, en una muestra de 40 pacientes remitidos por el Servicio de Traumatología para la realización de radiografías de columna total. El diagnóstico de la enfermedad suele producirse a los 10 años, y el protocolo establece el control radiológico semestral hasta aproximadamente los 16 años, y posteriores controles anuales o bianuales, por lo que el número de ra-

diografías por paciente suele ser entre 18 y 20. Se ha considerado como paciente standard, un paciente de 12 años de edad, mas representativo para este tipo de exploración que el paciente standard de la UE(11).

Para todos los pacientes se registraron la edad, sexo, peso, talla y la técnica radiográfica utilizada. Así mismo se calculó el diámetro equivalente (12) de cada paciente.

Se disponía de dos salas de exploración. La primera contaba con un equipo PHILIPS 50 CP de alta frecuencia con capa hemirreductora (HVL) de 2,76 mm Al, y sistema convencional de cartulina película KONIKA AX con chasis con rejilla incorporada (Sistema 1).

La segunda sala disponía de un equipo telemando PHILIPS Super 80 CP con mesa OMNIDIAGNOST y tubo intensificador de imagen de 38, 25 y 17 cm con sistema digital de imagen DSI-PRO R.5.2. Este equipo dispone de un software Easy Spine para la reconstrucción automática de imágenes completas de columna, que también permite la reconstrucción de miembros inferiores. La imagen se genera a partir de una serie de imágenes adquiridas con el intensificador de imagen de 38 cm, y una colimación vertical del campo aproximadamente al 30% del total (Sistema 2), que en general se comprobaba con escopia para asegurarse que la base del cráneo estaba incluida en la imagen. Las adquisiciones se realizan a una velocidad de desplazamiento del tubo de 7,5 cm/s en dirección cráneo caudal y una distancia foco II de 140 cm, con control automático de los mAs en cada imagen. La imagen de la columna se reconstruye mediante el solapamiento de las imá-

genes obtenidas y la aplicación de un algoritmo de reconstrucción (13).

Se hizo una selección de pacientes, de tal manera que aquellos que se sospechaba que la deformidad escoliótica era secundaria a retraso psicomotor, parálisis infantil, mielomeningocele, etc. en los que la colaboración no iba ser muy eficaz, se les realizaba la exploración utilizando el sistema convencional cartulina-película, seleccionando exclusivamente los pacientes colaboradores para realizar el estudio con el nuevo método, optimizando los tiempos de respuesta y la calidad total.

En el estudio dosimétrico se ha incluido el producto kerma-área, más sencillo de obtener que la dosis efectiva y más útil para un estudio comparativo, además de medidas de dosis superficie a la entrada en tórax y en gónadas. Para la medida del producto kerma-área se utilizó una cámara de transmisión VACUTE TIPO 70 157 conectada a un electrómetro DOSE-GUARD 100 RTI.

Las medidas experimentales de la dosis a la entrada se efectuaron con dosímetros termoluminiscentes de dos materiales distintos: LiF:Mg,Cu,P (GR-200 de la empresa Conqueror Electronics Technology) y LiF:Mg,Ti (TLD-100 de la empresa Thermo, antes Harshaw). Para los dosímetros GR-200, el tratamiento térmico de borrado (14,15,16) consistió en mantener los detectores a 240°C durante 10 minutos y el tratamiento térmico previo a la lectura fue de 5 minutos a 135°C. Los detectores TLD-100 fueron sometidos a un tratamiento de borrado (14) de 1 hora a 400°C seguido de 2 horas a 300°C y a un tratamiento previo a la lectura de 10 minutos a 100°C. Todos los tratamientos térmicos se efectuaron en un

horno automático y programable de la marca PTW.

Las lecturas de los detectores se llevaron a cabo en un lector automático por inyección de nitrógeno caliente, de la marca Thermo (antes Harshaw), modelo 5500. Siguiendo el procedimiento establecido como consecuencia de un trabajo anterior (17), se estableció un ciclo de calentamiento *plateau* para los dosímetros GR-200 (de 50 a 275°C, 15°C/s, 27s) y un ciclo de calentamiento lineal para el TLD-100 (de 60 a 340°C, 7°C/s, 40 s). La evaluación dosimétrica se efectuó mediante un programa informático de análisis simplificado de las curvas de luz (200 puntos por curva) desarrollado en el propio CIEMAT. Para cada detector se calculó y aplicó su factor individual de corrección.

La calibración se efectuó en términos de dosis absorbida en aire ( $D_{air}$ ) en el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT empleando un haz colimado de  $^{137}\text{Cs}$  bajo condiciones de equilibrio de partículas cargadas.

Para las medidas experimentales se emplearon bolsas de polietileno (7 mg.cm<sup>2</sup> de espesor), selladas térmicamente, que contenían dos detectores de LiF:Mg,Cu,P de 0.9 mm de espesor. Durante las exploraciones radiográficas, y en los pacientes varones se situó una bolsa en cada una de las gónadas del paciente. En el caso de pacientes del sexo femenino, se situó una bolsa en el abdomen a nivel de útero y una adicional encima del protector de plomo al objeto de comprobar la eficiencia del blindaje.

Además, para estimar la energía de la radiación fotónica y corregir la respuesta energética de los dosímetros termoluminiscentes, se colocó una bol-

Tabla I CRITERIOS DE CALIDAD DE COLUMNA (TOTAL) FRONTAL (*)				
	SÍ	NO	DUDOSO	PATOLOGÍA QUE LO OCULTA
1.- Debe incluir la base del cráneo y el coxis, así como las crestas ilíacas.				
2.- Reproducción de los cuerpos y pedículos vertebrales.				
3.- Visualización de las carillas articulares posteriores.				
4.- Reproducción de las apófisis espinosas y transversas acorde con la edad.				
5.- Ennegrecimiento de la radiografía.	ÓPTIMO	MUY CLARA	MUY OSCURA	

sa adicional de control conteniendo dos detectores de cada uno de los materiales TL en el punto central del tórax del paciente. Los resultados de los dosímetros de la bolsa de control se utilizaron para determinar la energía de la radiación y aplicar el factor de corrección apropiado tal y como se describe en un trabajo anterior (18) sobre la respuesta energética de ambos materiales termoluminiscentes.

El protocolo standard de optimización de dosis en teleradiografía establece la realización de la exploración en proyección Posteroanterior (PA) para las mujeres, ya que el riesgo de carcinoma de mama radioinducido puede ser de tres a cuatro veces menor que en proyección Anteroposterior (AP) (19). En proyección PA la dosis en mama puede llegar a ser hasta tres veces menor que en proyección AP, pero la dosis en médula ósea puede llegar a duplicarse (21). En los pacientes varones se situó un dosímetro a la altura del esternón y en el punto medio del tórax, para disponer de un indicador que nos permitiese estimar la dosis en la superficie de la mama en proyecciones AP.

En todos los casos se utilizó blindaje gonadal. Para la estimación de dosis

en gónadas en pacientes varones se utilizaron dos dosímetros situados encima del blindaje, registrando el valor medio de ambas lecturas. Para las mujeres se situaron dos dosímetros en la superficie del abdomen sobre el blindaje gonadal, y uno adicional, bajo el blindaje, para valorar la adecuación del mismo. Algunos estudios muestran que en estas exploraciones las dosis en ovarios pueden ser significativas (20).

La calidad de las imágenes obtenidas fue valorada por tres radiólogos, a partir del grado de cumplimiento de los criterios de calidad de imagen establecidos para esta exploración (Tabla I). Las imágenes se analizaron una vez que eran aptas para el diagnóstico que se perseguía: Grado de escoliosis mediante medición de Ángulo de Cobb, presencia de malformaciones esqueléticas que fueran la causa de la escoliosis, verticalidad de la columna, diferencia de altura de las cabezas femorales, etc.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla II se presentan los valores medios ( $\pm \sigma$ ) de las características



**Tabla II**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE PACIENTES**

	Nº PACIENTES	EDAD	PESO Kg	TALLA cm	DIAMETRO EQUIVALENTE cm
SALA 1	20	11,7 ± 1,3	46,2 ± 6,9	152,7 ± 8,9	19,6 ± 0,1
SALA 2	20	12,5 ± 1,1	46,1 ± 9,9	156,1 ± 9,9	19,3 ± 0,2

**Tabla III**  
**TÉCNICA RADIOGRÁFICA UTILIZADA CON EL SISTEMA CARTULINA PELÍCULA**

	kV	mAs	Tamaño de campo cm x cm	Distancia Foco Placa cm
SALA 1	81 ± 5,7	47 ± 17,8	25,8 x 75,8	172,5 ± 6,72

**Tabla IV**  
**TÉCNICA RADIOGRÁFICA UTILIZADA CON EL SISTEMA DE SCAN DIGITAL**

	kV	Nº imágenes	Colimación Vertical cm	Colimación horizontal cm	Tiempo de Escopia min
SALA 2	75,25 ± 4,96	29,1 ± 10,4	10,4 ± 1,51	27,1 ± 2,2	0,02 ± 0,01

**Tabla V**

	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA DE SCAN DIGITAL
PKA ( dGy x cm <sup>2</sup> )	13,25 ± 4,73	8,81 ± 5,39
Mujeres	12,70 ± 5,39	8,42 ± 2,30
Varones	14,62 ± 4,20	9,91 ± 2,53
DSE en abdomen (mGy)		
Mujeres		
Con blindaje	0,10 ± 0,02	0,08 ± 0,07
Sin blindaje	1,24 ± 0,45	0,47 ± 0,10
DSE en gónadas (mGy)		
Varones	0,92 ± 0,31	0,13 ± 0,08
DSE en tórax (mGy)		
Varones	1,39 ± 0,36	1,14 ± 0,18

físicas de las muestras de pacientes en las respectivas salas. El 68% de los pacientes fueron mujeres, siendo el peso y la altura de los varones superiores a los de las mujeres, en un 8,3% y un 7,3% respectivamente. Es importante el registro de las características físicas de la muestra de pacientes, ya que la

talla y el peso pueden ser la causa principal de variaciones dosimétricas (12). La edad de los pacientes es inferior a la considerada en otros estudios [5,20], sin embargo es mas representativa de la edad de los pacientes pediátricos que en nuestro país finaliza a los 16 años.

En la Tabla III se muestran las técnicas radiográficas utilizadas en la Sala 1, así como el promedio de los tamaños de campo medidos sobre la imagen, similares a los registrados en otros estudios (13). En la Tabla IV se muestran los parámetros registrados en la Sala 2, incluyendo además el número de imágenes, el tiempo de escopia, y el tamaño de campo de cada imagen. Los estudios se han realizado con el tubo encima de la mesa a una velocidad de desplazamiento del tubo superior a la referenciada por Geijer y col. (13), ya que con dicha velocidad, a 3 imágenes/s y la colimación establecida, se realizan un menor número de imágenes, y por tanto el paciente recibe una dosis menor (22).

Los resultados dosimétricos se presentan en la Tabla V. El resultado obtenido para el producto kerma-área utilizando el sistema de scan digital es inferior en un 33,5% al obtenido con el sistema cartulina película. La disminución de los indicadores de la dosis en gónadas, sin la utilización de blindaje, llega a alcanzar valores del 85,8% en el caso de los varones. Con la utilización de blindaje, estudiado solo para mujeres, la disminución obtenida fue del 20%. Los resultados obtenidos de la dosis superficie en tórax revelan disminuciones del 17,9%, que puede ser indicativo de la variación que se obtendría de la dosis superficie en mama en caso de que las exploraciones en niñas se realizaran en proyección AP.

En la valoración de la calidad de imagen, se obtuvo un grado de cumplimiento de los criterios analizados del 100% en las imágenes digitales y del 90% en las imágenes analógicas. Dentro de las imágenes analógicas se obtuvo un 5% de imágenes subexpuestas,



Figura 1. Radiografía de columna total en proyección PA realizada con sistema cartulina película. Las medidas se realizaron directamente en la película.

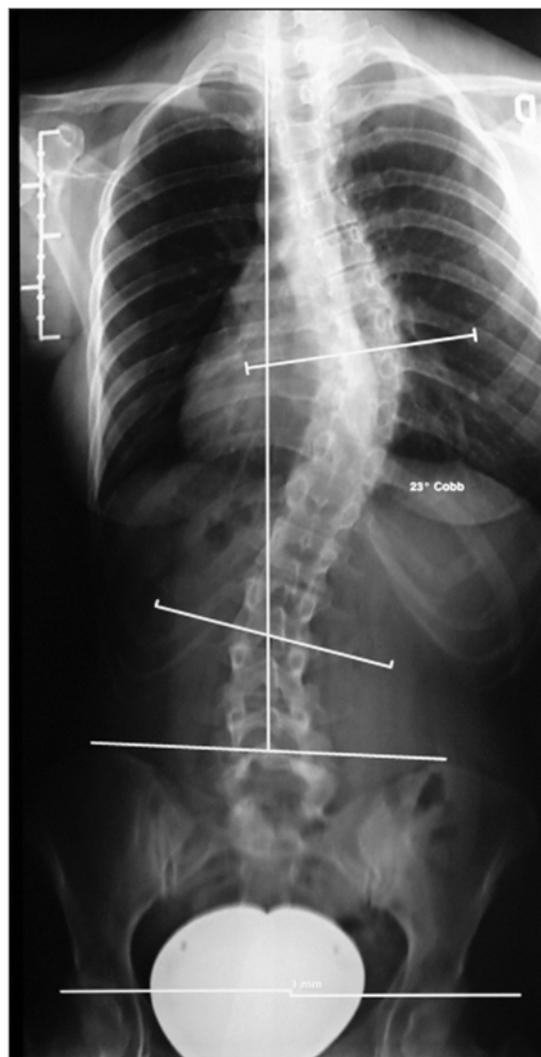


Figura 2. Radiografía de columna total en proyección PA realizada con sistema de scan digital. Las medidas se realizaron digitalmente con la escala calibrada previamente.

y un 15% de imágenes sobreexpuestas, aunque todas ellas se consideraron aptas para el diagnóstico, mientras que el 100% de las imágenes digitales se consideraron óptimas.

La técnica utilizada en el scan disminuye el tiempo de exploración, parámetro muy importante en radiología pediátrica ya que disminuye el riesgo de movimiento del paciente, y crítico en el método digital de reconstrucción de imagen, pues el movimiento del paciente puede dar lugar a una reconstrucción artefactada de la imagen.

La disminución del producto kerma-area puede no ser indicativo de la disminución de la dosis efectiva, ya que ésta depende de las características del haz de radiación. La disminución de la dosis en gónadas en el caso de varones está directamente relacionada con la posibilidad de controlar la colimación vertical en el caso del scan, aunque esto depende de la destreza del operador en el manejo del equipo. Para las mujeres la dosis en la superficie del abdomen, sin blindaje, supera con ambos sistemas la publicada por Pal-

mer y col. (20), pero en el caso del sistema digital la disminución obtenida es de un 62% frente al sistema cartulina película. En nuestro protocolo se utilizan los protectores gonadales de forma rutinaria, y los valores obtenidos para la dosis en la superficie del abdomen utilizando blindaje, avalan su utilización aunque se debe cuidar su correcto posicionamiento.

En las Fig 1 y 2 se muestran las imágenes obtenidas con ambos sistemas. Las medidas del ángulo de Coob en las imágenes obtenidas mediante el



método de scan (Fig.1), se han realizado de forma óptima, aproximadamente en el 100% de los casos, existiendo concordancia entre los distintos observadores, y cumpliéndose todos los criterios de calidad de imagen valorados. Sin embargo en el sistema de radiología convencional, las sobre o subexposiciones dificultan la realización de las medidas del ángulo de Cobb, por la dificultad en la visualización de los márgenes de los cuerpos vertebrales, y su rotación en las vértebras clave donde se realizan las medidas.

La posible dificultad en la interpretación diagnóstica en cuanto a la valoración de las disimetrías de las cabezas femorales, que repercuten en el grado de escoliosis, queda resuelta en el sistema digital con la escala de medidas que se calibra y se incluye en la imagen.

Si que hemos observado, al igual que otros autores (22), que la imagen digital presenta una menor resolución, debido al mayor ruido inducido por la velocidad del scan, y el tiempo de exposición, pero que en ningún caso ha impedido evaluar los parámetros en los casos estudiados y en pacientes colaboradores.

## CONCLUSIONES

La técnica de scan digital evaluada permite una reducción de los indicadores dosimétricos evaluados en las exploraciones de columna total, frente al conjunto cartulina película utilizado en nuestro Servicio, aunque dicha reducción va a depender de la técnica utilizada y de la destreza del técnico que realiza la exploración.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de la calidad de imagen se puede concluir que la fiabilidad

diagnóstica de este nuevo método es similar a la obtenida con el sistema convencional de cartulina película, obteniéndose un mayor contraste, lo que permite visualizar simultáneamente tanto el esqueleto óseo como las partes blandas de distintas densidades, siendo una alternativa que contribuye a la protección radiológica de pacientes que van a tener que someterse a varias exposiciones a lo largo del estudio de su escoliosis.

## BIBLIOGRAFIA

1. International Commission of Radiological Protection (1991) 1990 Recommendations of the International of Radiological Protection. (ICRP publication 60) Pergamon Oxford,
2. Real Decreto 815/2001, de 13 de Julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas
3. Roebuck D.J. Risk and benefit in paediatric radiology. *Pediatr Radiol* (1999) 29:637-640
4. Perlmutter N., Arthur R. J., Beluffi G., Cook V., Horwitz E. A., Kramer P., Montagne J.P., Thomas P.S., Schenider K. The quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. *Radiat. Prot. Dosim.* Vol. 80 Nos 1-3, pp 45-48 (1998)
5. Chamberlain C C, Wuda H, Hojnowski L.S, Perkins A, Scaramuzzino A. Radiation doses to patients undergoing scoliosis radiography. *Br. J. Radiol.* 73 (2000), 847-853
6. Bone CM, Hsieh GH. The risk of carcinogenesis from radiographs to pediatric orthopaedic. *J. Pediatr Orthop.* 2000 Mar-Apr; 20(2): 251-4
7. Goldberg MS, Mayo NE, Levy AR, Scott SC, Poitras B. Adverse reproductive outcomes among women exposed to low levels of ionizing radiation from diagnostic radiography for adolescent idiopathic scoliosis. *Epidemiology* 1998 May; 9(3): 271-8
8. Axelsson B. Petersen U. Wiltz HJ. Digital skeletal radiography. Reduction of absorbed dose by adaptation of exposure and image processing. *Acta Radiol.* 2001 Nov;42(6):592-598
9. Kalifa G, Charpac Y, Maccia C, Fery-Lemonnier E, Bloch J, Boussard JM, Attal M, Duboussset J, Adamsbaum C. Evaluation of a new low-dose digital x-ray device: first dosimetric and clinical results in children. *Pediatr. Radiol.* 1998 Jul; 28(7): 557-61
10. Kogutt M.S. Low dose imaging of scoliosis: use of a computed radiographic imaging system. *Pediatr. Radiol.* (1989) 20: 85-86
11. European Guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. (Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities) EUR 16261 EN (1996)
12. Lindskoug B.A. The Reference Man in diagnostic radiology dosimetry. *Br. J. Radiol.* 1992; 65, 431-437
13. Geijer H., Beckman K.W., Jonsson B., Andersson T., Persliden J. Digital radiography of scoliosis with a scanning method: Initial evaluation. *Radiology* 2001; 218: 402-410
14. McKeever, S. W. S., Moscovitch, M. and Townsend, P. Thermoluminescence Dosimetry Materials: Properties and Uses, Nuclear Technology Publishing, ISBN 1-870965-19-1 (1995).
15. Da-Ke, W., Fu-Yin, S. and Hong-Chen, D. A High Sensitivity LiF Thermoluminescent Dosimeter-LiF(Mg,Cu,P), *Health Phys.* 46(5), 1063-1067 (1984).
16. DeWerd, L. A., Cameron, J. R., Da-Ke, W., Papini, T. And Das, I. J. Characteristics of a New Dosimeter Material; LiF(Mg,Cu,P), *Rad. Prot. Dosim.* 6(1-4), 350-352 (1984).
17. Sáez-Vergara, J. C. and Romero, A. M. The Influence of the Heating System on the Hypersensitive Thermoluminescent Material LiF:Mg,Cu,P (GR-200). *Radiat. Prot. Dosim.* 66(1-4), 431-436 (1996).
18. Sáez-Vergara, J. C., Romero, A. M., Ginjaume, M., Ortega, X. and Miralles, H. Photon Energy Response Matrix for Environmental Monitoring Systems based on Li:Mg,Ti and Hypersensitive Phosphors (LiF:Mg,Cu,P and a-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C). *Radiat. Prot. Dosim.* 85(1-4), 207-211 (1999).
19. Levy A.R., Goldberg MS, Mayo NE, Hanley JA, Poitras B. Reducing the lifetime risk of cancer from spinal radiographs among people with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1996 Jul 1;21(13):1540-7
20. Palmer SH, Starritt HC, Paterson M. Radiation protection of the ovaries in young scoliosis patients. *Eur. Spine J.* 1998;7(4):278-81
21. Fearon T, Vucich J, Butler P, McSweeney WJ, Taylor GA, Markle BM, Hoe J. Scoliosis examinations: organ dose and image quality with rare-earth screen-film systems. *AJR Am J Roentgenol.* 1988 Feb; 150 (2):359-62
22. Geijer H., Verdonck B., Beckman K.W., Andersson T., Persliden J. Digital radiography of scoliosis with a scanning method: radiation dose optimization. *Eur Radiol* (2003) 13: 543-551

# Test de hipersensibilidad a exposiciones residenciales a campos magnéticos

Alejandro Úbeda Maeso, María Antonia Martínez Pascual

Servicio BEM-Investigación, Hospital Ramón y Cajal, Madrid

## RESUMEN

El denominado síndrome de hipersensibilidad electromagnética percibida (HE) comprende un conjunto de síntomas inespecíficos y no explicados médicamente, atribuidos a la exposición a campos eléctricos y magnéticos. En su conjunto, los resultados de los ensayos de laboratorio no han sido concluyentes, en parte debido a que muchos sujetos muestran respuestas poco claras e inconsistentes a exposiciones experimentales repetidas. Se ha indicado que tal inconsistencia podría deberse en parte al estrés causado por el propio ensayo. Nosotros hemos desarrollado un ensayo para ser llevado a cabo en el domicilio del paciente, lo que permite un seguimiento a largo plazo de la relación exposición-respuesta y elimina potenciales factores de estrés y confusión, tales como el ambiente del laboratorio y la presencia del investigador. En una prueba piloto hemos utilizado magnetómetros EMDEX-II para realizar un registro continuo de campos magnéticos de frecuencia industrial en la residencia de una paciente con síndrome HE. Los síntomas incluían estrés, dolor de cabeza y mareos, entre otras dolencias. Los datos magnetográficos de un total de 123 días se contrastaron con datos sobre la incidencia de los episodios de síntomas. En su conjunto, los resultados no mostraron correlaciones lineales positivas entre la duración diaria de los episodios y los niveles de exposición registrados durante el mismo día o durante el día anterior. Estos resultados preliminares no respaldan la hipótesis de que las dolencias de la paciente son causadas o agravadas por una supuesta hipersensibilidad a la exposición residencial a campos magnéticos de potencia industrial en el rango 0,02 – 4,00 micro teslas ( $\mu T$ )

Estudio ejecutado con el apoyo del Hospital Ramón y Cajal – IMSALUD

## ABSTRACT

The so-called electromagnetic hypersensitivity (EH) syndrome includes a number of unspecific, medically unexplained symptoms attributed to exposure to electric and magnetic fields. As a whole, laboratory tests have provided inconclusive results, in part due to the fact that many individuals show unclear, inconsistent responses to repeated experimental field-exposures. It has been proposed that such inconsistencies could be due in part to distress caused by the lab test itself. We have developed a test to be conducted at the patient's residence, allowing for long-term follow up of exposure-response assessment and avoiding the laboratory environment and the presence of the researcher as potential stressors and confounding factors. In a pilot test, EMDEX-II magnetometers were used to continuously recording power-frequency magnetic fields in the residence of a patient with perceived EH. The patient's symptoms included distress, headache and dizziness, among other ailments. Magnetographic data of a total of 123 recording days were plotted against the corresponding data on occurrence of the symptoms' episodes. As a whole, the results did not show positive linear correlation between the daily occurrence of the episodes and the exposure levels recorded during the day or during the day before. These preliminary results are little supportive of the hypothesis that the patient's ailments are caused or worsened by a putative hypersensitivity to residential exposure to power-frequency magnetic fields in the 0.02 – 4.00  $\mu T$  range.

Supported by Hospital Ramon y Cajal – IMSALUD

## INTRODUCCIÓN E INTERÉS DEL ESTUDIO

Durante los últimos 20 años la literatura especializada ha venido recogien-

do diversos casos del llamado síndrome de hipersensibilidad electromagnética (HE) percibida. La mayoría de los estudios han descrito síntomas derma-

tológicos subjetivos asociados a exposición ocupacional a terminales de ordenador [1]. Recientemente, los síntomas incluidos en el síndrome HE han



sido ampliados. Se trata mayoritariamente de síntomas neurasténicos (nerviosismo o estrés, dolor de cabeza, mareos, desórdenes del sueño), junto con síntomas inespecíficos oftalmológicos, dermatológicos y cardiorrespiratorios [2, 3]. Estudios recientes indican que la prevaencia de HE puede presentar heterogeneidades geográficas significativas, con valores máximos entre 0,5 % de la población, en muestras europeas [3] y 3% en muestras estadounidenses [4]. Según lo relatado por la mayoría de los pacientes, los síntomas aparecen en las proximidades de líneas de transmisión eléctrica, transformadores o emisoras de radio y televisión. Estos síntomas desaparecen cuando los aparatos son desconectados o cuando se incrementa la distancia a la fuente. La severidad de los síntomas ha sido descrita como altamente variable, desde un débil malestar a un dolor severo e incapacitante [3].

Las revisiones de la literatura sobre estudios descriptivos y de caso-control concluyen que la posible asociación entre HE y la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) de frecuencia extremadamente baja (ELF: 0-300 Hz) es, en cualquier caso, débil [3, 5]. Con respecto a los datos experimentales, algunos estudios sobre el sistema nervioso humano han descrito que CEM de bajas frecuencias pueden inducir en pacientes con HE cambios transitorios en el espectro del electroencefalograma, en potenciales evocados o en el ritmo cardíaco [6-9]. Por el contrario otros autores no han encontrado efectos de la exposición a CEM sobre procesos fisiológicos, cerebrales o cardiovasculares [10-12]. Una dificultad potencial para la determinación experimental de las causas de la alegada sensibilidad a campos débiles estriba en las limitaciones del protoco-

lo experimental en sí mismo. Distintos estudios de "provocación" sobre voluntarios muestran una falta de respuestas consistentes por parte de los pacientes expuestos en condiciones ciegas y en ambientes controlados. En general, estos estudios no han encontrado que la aparición o severidad de los síntomas esté claramente correlacionada con la intensidad o duración de la exposición [3, 13, 14]. Tales resultados no apoyan la hipótesis de que los síntomas descritos son causados o agravados por una potencial sensibilidad de los individuos a campos eléctricos o magnéticos débiles. Por otro lado, se ha advertido que la mayoría de los estudios publicados presentaban limitaciones metodológicas [5]. De hecho, en las exposiciones a corto plazo utilizadas en los estudios de laboratorio, la influencia potencialmente estresante ejercida por el ambiente de laboratorio y por el propio ensayo, podrían ser en parte responsables de la inconsistencia de las respuestas. El presente artículo describe los resultados de un estudio piloto que emplea un método original, diseñado para ser llevado a cabo en la residencia del paciente. El método permite un seguimiento a largo plazo del patrón de respuesta a la exposición, eliminando el ambiente de laboratorio y la presencia del investigador como potenciales estresantes y factores de confusión. El objetivo es detectar y describir la posible correlación entre la duración y severidad diaria de los síntomas percibidos por el paciente y los niveles de exposición residencial diaria a campos magnéticos (CM) de frecuencia industrial. Los resultados obtenidos confirman la eficacia del protocolo experimental en su aplicación al estudio de la sensibilidad individual a CM. En el presente caso los datos no proporcionan evidencia de-

mostrativa de que las dolencias de la voluntaria sean causadas directamente por una hipersensibilidad a los CM presentes en su vivienda.

## METODOLOGÍA

**1.-Voluntaria:** Mujer caucásica de 60 años, con estudios elementales, que ha trabajado como costurera durante más de 30 años. Actualmente sufre una serie de dolencias cuya causa permanece indeterminada. Entre estas dolencias, el estrés, dolor de cabeza y desórdenes del sueño han sido diagnosticados por su médico y son tratados regularmente con medicación apropiada. Otros síntomas como mareos y acúfenos permanecen sin diagnosticar ni tratar. La paciente declara que no sufre de otras molestias u enfermedades crónicas, incluyendo alergias o sensibilidad múltiple a agentes químicos que, según han sugerido algunos autores, pudieran estar relacionados con la HE [4]. La paciente manifiesta que ha venido sufriendo las molestias descritas arriba durante los últimos 14 años y alega que la causa de aquellas se encuentra en una hipersensibilidad a campos magnéticos de frecuencia industrial, emitidos por un transformador localizado bajo su apartamento, en la planta baja del edificio donde éste se ubica. La paciente vive sola en su apartamento.

De acuerdo con la percepción de la voluntaria, la duración o severidad de los síntomas cambia significativamente de un día a otro, siguiendo las fluctuaciones de los niveles de campo magnético en su apartamento debidas a los ciclos de funcionamiento del transformador. La paciente no ha notado que sus dolencias se vean afectadas significativamente por campos electromagnéticos procedentes de fuentes distintas

del mencionado transformador. La paciente afirma que siente mejoría de los síntomas cuando abandona su apartamento durante unas pocas horas, y los síntomas desaparecen cuando permanece fuera de casa durante 2 días o más. La paciente declara no fumar ni consumir alcohol o café.

**2.- Cumplimiento de los requisitos éticos:** Este estudio y su metodología siguen las recomendaciones del Comité Ético del Hospital Ramón y Cajal. Todas las mediciones, tanto instantáneas como monitorizaciones, en la residencia de la voluntaria fueron tomadas bajo el consentimiento informado de la paciente. Todos los datos fueron tratados como información confidencial, que fue procesada y almacenada siguiendo procedimientos estándar para preservar la intimidad de la voluntaria.

**3.- Cuestionario:** Tras una serie de entrevistas preliminares se elaboró un cuestionario personalizado para llevar a cabo un registro diario de: 1) la severidad percibida, el momento de aparición y la duración de cada uno de los síntomas neurasténicos arriba descritos o de cualquier otra molestia o problema de salud, 2) el momento en el cual la paciente llegaba a su casa o se ausentaba de ella y 3) la ingesta de medicación paliativa o de otras sustancias químicas. El cuestionario también permitía añadir cualquier comentario que la voluntaria considerase relevante.

**4.- Determinación de los valores instantáneos de densidad de campo magnético en la residencia de la voluntaria:** Para llevar a cabo mediciones instantáneas se utilizó un gausímetro portátil modelo EFA-3 con sonda externa, marca Wandel and Golterman (GmbH & Co. Alemania; Fig. 1A), cuyas características

aparecen descritas en la tabla I. El dosímetro y la sonda fueron calibrados y probados periódicamente para garantizar la bondad de las lecturas. Se visitaron todas las habitaciones de la residencia y se tomaron mediciones instantáneas utilizando el protocolo estándar de los cinco puntos: cuatro mediciones instantáneas en las esquinas de la habitación y una más en el centro de la misma. Todas las mediciones fueron tomadas por triplicado. Todos los datos fueron expresados como la resultante de la raíz cuadrada media (RMS) de los vectores x, y, z del valor de densidad de flujo magnético B expresado en  $\mu\text{T}$ . En total se tomaron 75 mediciones instantáneas, siendo el valor medio obtenido  $B = 0,153 \pm 0,087 \mu\text{T}$  (SD).

**5.- Monitorización continua de los valores de densidad de flujo magnético en la residencia de la voluntaria:** Para la monitorización continua del ambiente se utilizaron dosímetros EMDEX-II (Enertech Consultants, Campbell, CA; Fig. 1B), cuyas características aparecen descritas en la tabla I. Los dosímetros fueron calibrados periódicamente para confirmar la fiabilidad de las lecturas. Las mediciones instantáneas preliminares mostraron que la media de densidad de flujo magnético en el dormitorio era  $B = 0,160 \pm 0,090$ , muy similar al valor medio de la casa. Por esta razón y suponiendo que una parte sustancial de la exposición residencial tendría lugar en el dormitorio, se decidió instalar los monitores en esa habitación. Allí, los dosímetros fueron colocados en el cajón de una mesilla, lejos de cualquier objeto metálico o estructura que pudiera alterar los campos causando lecturas erróneas. Los datos almacenados en los dosímetros eran descargados periódicamente a un ordenador y pro-

cesados mediante el programa EM-CALC95 para análisis y cálculo de campos magnéticos (Fig. 1C). Se obtuvieron registros durante 20 semanas, entre los meses de diciembre y abril de dos años consecutivos. Dado que sólo las exposiciones residenciales son relevantes en este estudio, se consideraron los valores de campo magnético registrados durante los días y las horas en que la voluntaria estaba en su apartamento. Los datos restantes no fueron tenidos en cuenta. Por ese motivo, del total de periodos registrados sólo fueron utilizados los datos correspondientes a 123 días.

**6.- Protocolo ciego:** El empleo de un protocolo ciego evita potenciales sesgos en la recogida o análisis de los datos.

## RESULTADOS

**1.- La voluntaria:** La edad y las características sociales y económicas de la paciente se ajustan al patrón medio de las personas con HE, descrito en estudios recientes [4, 5].

**2.- El cuestionario:** El análisis de la información diaria obtenida del cuestionario mostró lo siguiente: 1) Los episodios de acúfenos eran constantes mientras la voluntaria permanecía en la casa, cesando inmediatamente después de dejar el apartamento. 2) Los trastornos del sueño aparecían diariamente; el tipo de alteración consistía principalmente en despertares repetidos durante la noche, lo que dificultaba el registro fiable de la duración de los episodios. 3) La voluntaria declaró tener dificultades para asignar una categoría de severidad (suave, media o severa) a los síntomas que sufría y, consecuentemente, no podía garantizar la fiabilidad de ese parámetro a lo largo de todo el estudio. 4) El dolor de

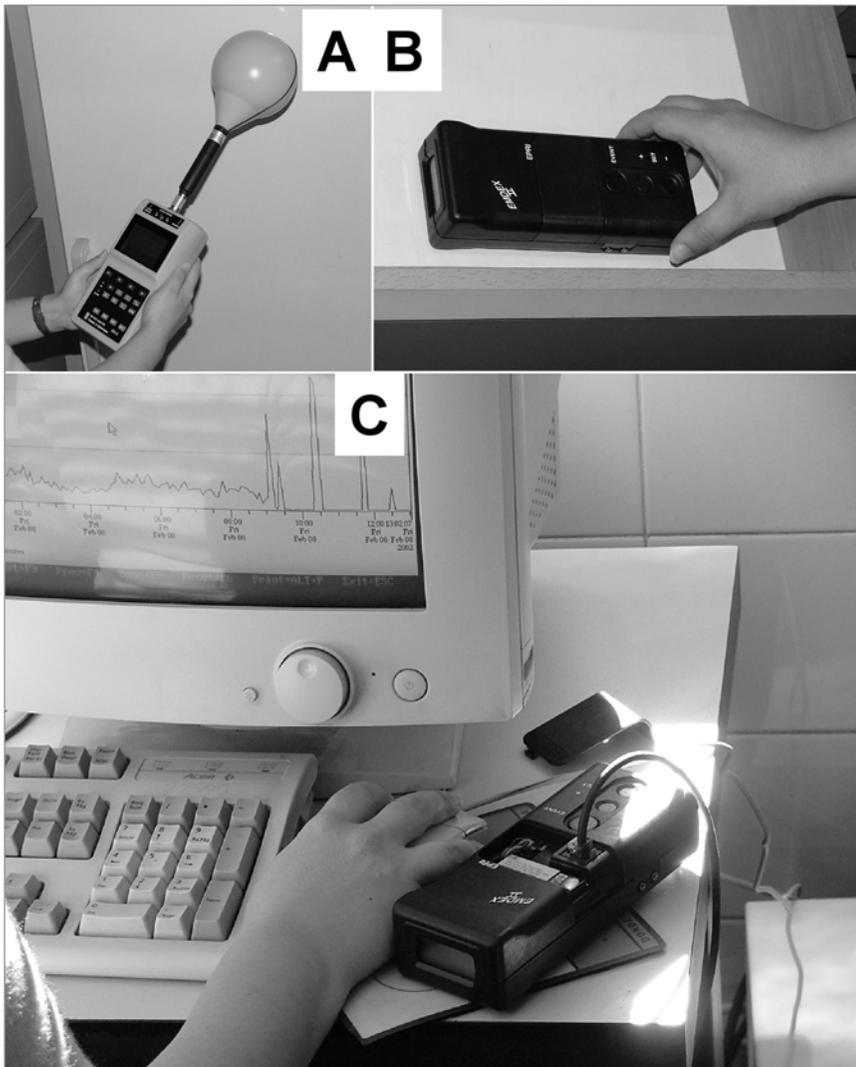


Figura 1. Protocolo de dosimetría de CM. A: Mediciones instantáneas en toda la vivienda con magnetómetro EFA-3, equipado con sonda externa; B: Registro continuo de CM en el dormitorio con un dosímetro EMDEX-II con sonda integrada; C: Descarga de datos magnetométricos en ordenador y análisis mediante EMCALC95.

cabeza, el estrés y los mareos aparecían diariamente con una duración heterogénea.

Sobre la base de la información precedente se decidió lo siguiente: a) Los datos sobre la duración y severidad de los episodios de insomnio no fueron considerados suficientemente fiables y no fueron utilizados en este estudio. b) Los acúfenos eran diarios y constantes, por lo que los datos no eran utilizables para ser correlacionados con los niveles variables de exposición, y no fueron considerados. c) Otras molestias descritas por la paciente, como dolor de oídos, aparecían esporádicamente y no pudieron ser eficientemente comparados con los valores medios diarios de campo, por lo que no fueron incluidos en el presente estudio. d) Para el resto de síntomas, la duración diaria de los episodios fue el parámetro elegido para ser correlacionado con los valores registrados en los correspondientes periodos. La Tabla II muestra la duración media de los síntomas estudiados.

### 3. Síntomas interrelacionados.

Para estudiar posibles relaciones entre los diferentes síntomas, los datos de aparición de cada uno de los síntomas correspondientes a los 123 días registrados fueron comparados entre sí. Como muestra la Figura 2, la aparición diaria de los episodios de estrés y dolor de cabeza se correlacionan de una manera lineal, positiva y estadísticamente significativa. Esta coincidencia en la aparición de ambos síntomas era

**Tabla I**  
**Características de los medidores de campo magnético**

Modelo	EFA-3	EMDEX II
Sonda	Externa, 100 cm <sup>2</sup> (sección transversal)	Integrada
Rango de frecuencias	5 Hz - 2 kHz	40 - 800 Hz (ancho de banda)
Rango de intensidad	10 nT - 100 μT	0.01 - 300 μT
Precisión	±3% ± 1nT, cuando B ≥ 40 nT	± 3% (típica), ± 10% (peor caso)
Medida	Resultante (x, y, z) B en μT rms	Resultante (x, y, z) B en μT rms
Intervalo de medición	Instantánea	1 medición cada 300 segundos
Temperatura de trabajo	0 °C a + 50 °C	0 °C a + 60 °C
Humedad	5 % a 95%	0 % a 95%

**Tabla II**  
**Duración diaria de los episodios**  
**(n= 123 días)**

Síntomas	Duración diaria en horas Media±SD
Estrés	19,46 ± 5,41
Dolor de cabeza	14,41 ± 1,71
Mareos	1,71 ± 0,76

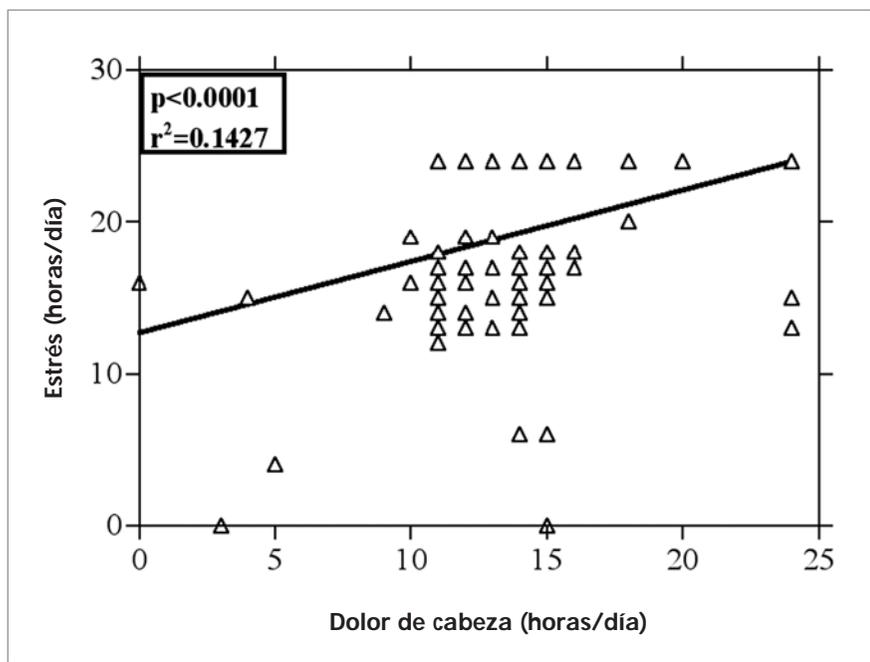


Figura 2. Coincidencia en la aparición de estrés y dolor de cabeza (n = 123 puntos). Se encontró una correlación positiva entre la duración diaria de los episodios de ambos síntomas.

independiente del análisis de los niveles de exposición a campo. Esto indica que el presente protocolo permite la detección eficaz de procesos interrelacionados. No se observaron otras correlaciones positivas en la aparición de los síntomas (datos no mostrados).

**4.- Mediciones instantáneas en la vivienda:** El valor medio de las mediciones instantáneas (n = 75) fue  $B = 0,167 \pm 0,085 \mu T$  (SD). El uso de los filtros de frecuencia permitió confirmar que al menos el 95% de los niveles de campo magnético ambiental medidos en el rango entre 5 Hz - 2 kHz correspondían a señales de 50 Hz y sus armónicos. Esto, junto con el análisis de la distribución y la orientación de los campos, confirmó que el transformador localizado en la base del edificio era la principal fuente de los campos medidos en el ambiente residencial.

**5.- Registro continuo de la exposición residencial a campos de 50 Hz.**

*Fluctuación diaria:* La Figura 3 ilustra un magnetograma correspondiente a un periodo de 29 horas. Sólo los valores registrados cuando la voluntaria estaba presente en la vivienda fueron conside-

rados validos para el estudio. El resto de los valores (registrados entre las 9:00 h y las 19:00 h en el ejemplo) no fueron considerados. Los valores B registrados quedaban en el rango  $0,05 \mu T - 0,270 \mu T$ ; el valor medio fue  $B = 0,144 \pm 0,044 \mu T$ . Como puede observarse en la figura, las emisiones de 50 Hz procedentes del transformador seguían el patrón circadiano de la actividad residencial y comercial en el edificio, siendo los valores de B más elevados durante el día y en horas de trabajo (8:00 -20:00 h para los comercios y 8:00-23:00 h para las viviendas).

*Fluctuación estacional:* La Figura 4 muestra los cambios en la B media diaria durante los periodos válidos de registro (ver Fig. 3) a lo largo de los 123 días no consecutivos de monitorización. Los valores medios diarios oscilan entre  $0,080$  y  $0,320 \mu T$ . Como puede observarse, los valores decaen desde el invierno a la primavera, cuando la temperatura exterior incrementa y el periodo de luz se hace más largo. Lo anterior indica que las fluctuaciones ultradianas de los campos registrados en el apartamento estudiado eran debidas primordialmente a cambios en el

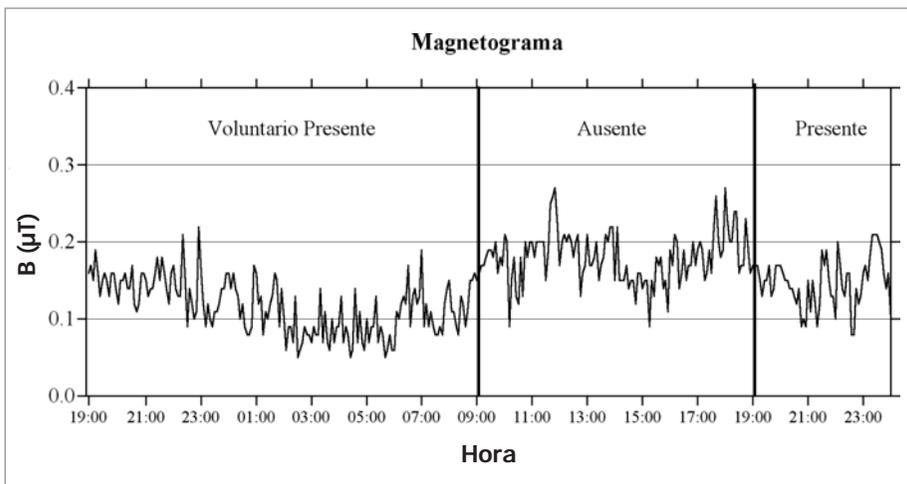


Figura 3. Magnetograma correspondiente a un periodo de registro de 29 horas. Los datos registrados mientras la voluntaria estaba ausente de la vivienda (9:00-19:00) fueron descartados.

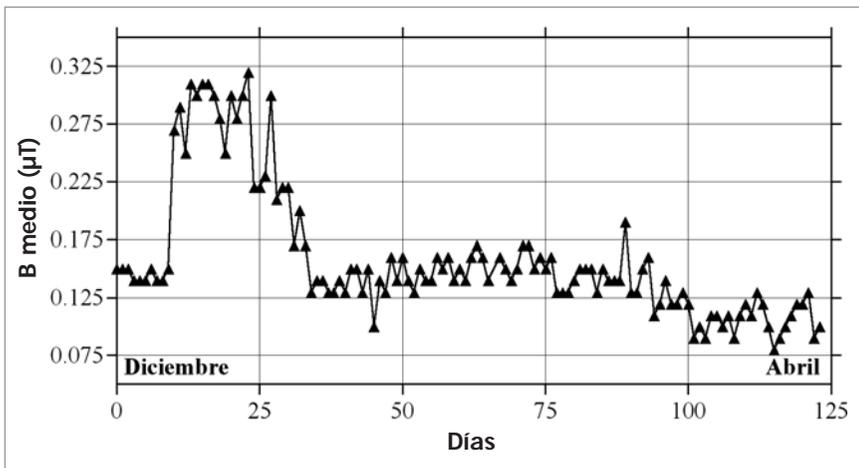


Figura 4. Fluctuaciones en la media de densidad de flujo magnético diaria (B, en  $\mu\text{T}$ ) a lo largo de 20 semanas registradas ( $n = 123$  días no consecutivos).

consumo de energía eléctrica por la calefacción y la iluminación.

**6.- Influencia de los niveles de exposición a CM sobre la duración diaria de los síntomas:** Los datos diarios de los magnetogramas fueron comparados con los de aparición de los síntomas en los días correspondientes. Se estudió un total de 123 puntos, correspondientes a los periodos válidos de registro a lo largo de las 20 semanas monitorizadas. Para una mejor estimación de las características de la exposición residencial estudiada, se utilizó como medida adicional el parámetro  $\mu\text{T.hora}$  (D). D describe los datos de densidad de flujo magnético como una función de la integral del valor de la exposición en el tiempo. Este parámetro es potencialmente importante para estudiar los efectos de exposiciones crónicas, en los que los periodos de exposición diaria y la amplitud del campo pueden ser igualmente relevantes. D se calcula distribuyendo las mediciones en categorías discretas de valores B y determinando cuánto tiempo se ha visto el sujeto expuesto a los niveles incluidos en cada categoría. Por lo tanto, D es definido como:

$$D = \sum_{i=0}^N F_i \Delta T$$

Donde  $F_i$  es la resultante B, en  $\mu\text{T}$  rms, de la densidad de flujo magnético en los tres ejes x, y, z;  $\Delta T$  es el periodo de muestreo y N es el número de mediciones.

La Figura 5 muestra los resultados de comparar los valores diarios de exposición, B (en  $\mu\text{T}$ ) o D (en  $\mu\text{T.h}$ ), con los datos sobre la presencia de síntomas en los periodos correspondientes.

El análisis de los datos reveló que la duración de los periodos de estrés no estaba correlacionada con el de la media de la exposición residencial (B, en  $\mu\text{T}$ ) en los días correspondientes. Con respecto al dolor de cabeza, la duración diaria de los episodios mostró una tendencia a acortarse al incrementar el valor B. Aunque estadísticamente significativa, esta relación inversa o negativa presenta una correlación muy débil entre las dos variables ( $r^2 = 0,05885$ ). En lo concerniente a los mareos, la duración de los episodios mostró una tendencia débil, pero significativa estadísticamente, a incrementar

cuando el valor medio de B aumentaba. De nuevo, la correlación entre las dos variables resultó ser muy débil. Cuando se utilizó el valor de D, en  $\mu\text{T.h}$ , como medida para describir la exposición, la comparación no mostró ninguna correlación entre los síntomas estudiados y los niveles de exposición registrados.

**7.-Otros parámetros:** No se encontraron correlaciones significativas entre la duración diaria de los síntomas considerados y la exposición media durante el día anterior (datos no mostrados). No se observaron correlaciones entre la toma de medicamentos y los niveles de exposición media durante el mismo día o el día anterior.

## DISCUSIÓN

La presente metodología permite el seguimiento a medio plazo de los síntomas y el estudio de su potencial relación con los niveles diarios de exposición residencial. El protocolo ciego, tanto para el investigador como para la voluntaria, permite obviar potenciales artefactos debidos al estrés inherente a otros cuestionarios o tests de laboratorio. Esta metodología puede detectar eficientemente parámetros interrelacionados, como revela la correlación observada entre la aparición diaria de episodios de estrés y de dolor de cabeza (Fig. 2). Las mediciones instantáneas confirmaron que los registros en la vivienda de la voluntaria correspondían esencialmente a CM de 50 Hz emitidos por el transformador adyacente. La monitorización realizada durante 20 semanas mostraba un patrón circadiano de exposición superpuesto a fluctuaciones ultradianas en los valores de las medias diarias de densidad de flujo magnético. Estas fluctuaciones son interpretadas como

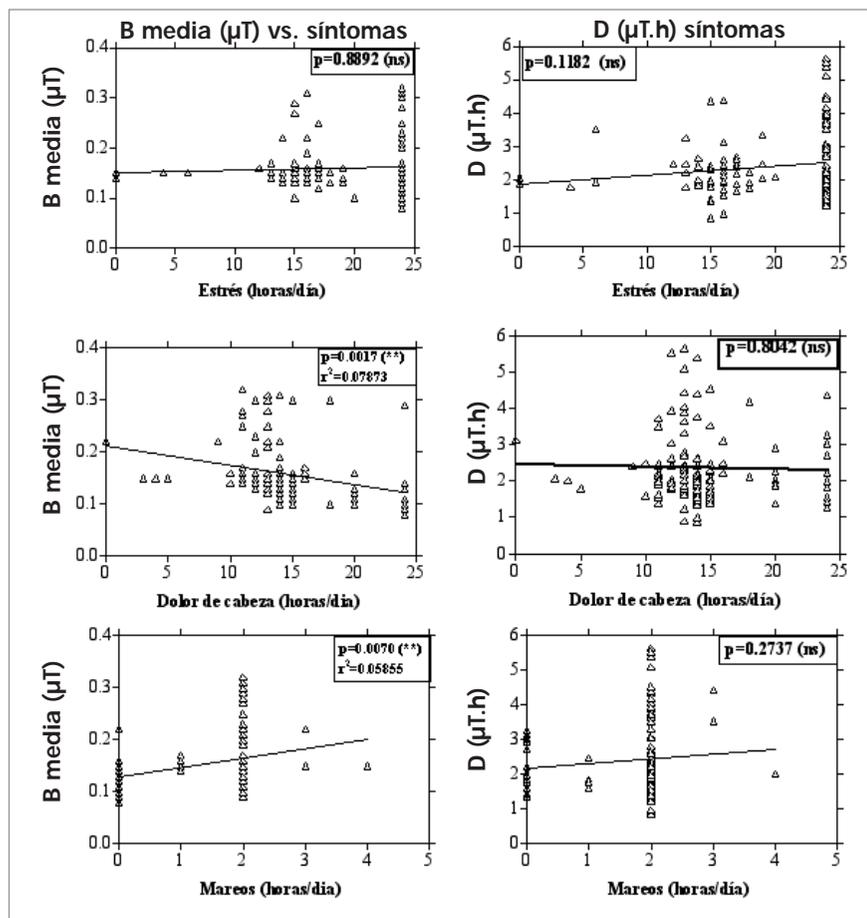


Figura 5. Influencia de la exposición a CM sobre la duración diaria de los episodios (n = 123 periodos registrados). Los datos son comparados con dos parámetros diferentes: la media diaria de B (en µT) y el valor D diario (en µT.h).

potencial modulación de los síntomas ejercida por factores ambientales externos. En efecto, según muestra la Figura 4, los valores de la media diaria de B tienden a seguir un patrón estacional. Así, es posible que factores ambientales como la luz, la temperatura, la humedad o la presión barométrica, pudieran influir en la aparición de los síntomas, ya sea directamente o a través de la modulación de los efectos de los campos. Ambas posibilidades, que la correlación sea debida al azar o que se deba a interacciones con otros factores ambientales, se ven apoyadas por el análisis de los datos utilizando D (en µT.h) como parámetro de valoración de la exposición. En efecto, las comparaciones obtenidas no revelan ninguna correlación entre los síntomas estudiados y los valores registrados de D. Este tipo de estimación que tiene en cuenta el valor de densidad de flujo y el número de intervalos de tiempo en los cuales un valor dado es registrado, permite el análisis de la exposición en términos de amplitud y duración.

En consecuencia, el protocolo aplicado se ha mostrado capaz de proporcionar resultados fiables acerca de la potencial relación entre la exposición residencial y la aparición de síntomas neurasténicos en pacientes con hipersensibilidad electromagnética percibida. En su conjunto los datos no muestran una correlación positiva robusta entre los niveles de exposición a CEM de 50 Hz registrados a lo largo de 20 semanas y la aparición diaria de estrés, dolor de cabeza o mareos. Los datos proporcionan poco sustento a la posibilidad de que en el presente caso exista una relación causal directa entre la exposición residencial a campos de 50 Hz y los síntomas estudiados. Por otro lado, los datos obtenidos son insuficientes para descartar definitivamente

relacionadas con diferencias en el consumo diario y estacional de energía eléctrica utilizada por los sistemas de iluminación y calefacción de los ambientes comerciales y residenciales del edificio.

De entre los síntomas estudiados, el mareo era el que presentaba episodios de más corta duración ( $1,70 \pm 0,75$  h) y el único que pudiera estar directamente relacionado con el valor medio de B en los días correspondientes. Por otro lado, dado que la consistencia de la asociación entre el B medio y la duración de los episodios es muy débil, existe la posibilidad de que tal asociación no sea real. Respecto a la rela-

ción inversa entre la media de los valores de B y la duración de los episodios de dolor de cabeza, ésta no puede ser fácilmente explicada y pudiera ser debida al azar. De hecho, la citada correlación inversa para el dolor de cabeza se da simultáneamente con una correlación directa entre los episodios de ese síntoma y los de estrés. En su conjunto, estas aparentes contradicciones podrían interpretarse como una indicación adicional de que las débiles correlaciones observadas serían fruto de artefactos estadísticos. Como explicación alternativa a la anterior, las correlaciones positivas o negativas observadas podrían ser debidas a la



una hipersensibilidad en la paciente. De hecho, debido a las dificultades para estimar con precisión la intensidad o severidad de los síntomas, esta variable no ha podido ser estudiada. Del mismo modo, el estudio de la incidencia de síntomas como los acúfenos y los desórdenes del sueño no ha podido ser efectuado eficientemente. Así, si existiese una relación causal entre la exposición residencial y la severidad de los acúfenos, y entre los acúfenos y uno o más de los otros síntomas, nuestro estudio podría no haber sido capaz de detectarla. Además, la voluntaria declara que sus síntomas desaparecen en 2 - 3 días cuando se ausenta de su apartamento para alojarse en una vivienda "normal" (alejada de transformadores o líneas eléctricas.) Es necesario señalar que, mientras la media diaria del valor de campo magnético en viviendas "normales" es  $B < 0,05 \mu\text{T}$ , la media en el apartamento de la paciente se encuentra entre 0,1 y 0,3  $\mu\text{T}$ . Nosotros no hemos podido encontrar una relación lineal coherente en ese rango estrecho de valores, pero se podría argumentar que deberíamos haber intentado ajustar nuestros datos a una función no lineal, forzando la curva a pasar por el origen de coordenadas. En otras palabras, se podría proponer que cuando la media diaria de B tienda a 0,0  $\mu\text{T}$ , la duración diaria de los episodios debería tender hacia 0,0 horas para todos los síntomas. Sin embargo, debido a la carencia de datos sobre aparición de síntomas a valores  $B < 0,1 \mu\text{T}$ , la estrategia propuesta no es aplicable en el presente caso.

Un problema crucial cuando intentamos establecer un modelo dosis-respuesta estriba en el presente desconocimiento sobre los mecanismos que subyacen al fenómeno de HE. Algunos autores han comparado la HE con la

sensibilidad química múltiple y han propuesto que se trataría de una manifestación de una enfermedad ambiental más vasta [15, 16]. Otros han indicado que la HE sería una somatización del potencial estrés asociado a la percepción del riesgo [17]. Sin embargo, estudios fisiológicos en personas que se definen como electro-sensibles han revelado que estos sujetos presentan niveles basales altos en su tono simpático y en su excitabilidad en respuesta a diversos estímulos; lo cual es indicativo de una vulnerabilidad elevada ante diferentes estresantes ambientales [12, 18]. También se ha propuesto que la exposición crónica a CEM induce una reducción en los niveles de melatonina circulante; lo que podría constituir un factor causal en los desórdenes del sueño, depresión y otros síntomas en las personas hipersensibles [5, 19, 20-23]. La melatonina es una hormona neuroendocrina sintetizada y liberada por la glándula pineal, que interviene en procesos implicados en ritmos circadianos y ultradianos y en la modulación del sueño. Aunque lejos de estar universalmente aceptada, la hipótesis de la melatonina ha recibido algún apoyo de diferentes estudios experimentales y epidemiológicos [24-29]. En casos de HE como el presente, en que la aparición de síntomas neurasténicos podría seguir un patrón estacional, influido o no por la exposición a CM, el análisis de los niveles de melatonina en el paciente sería de particular interés para identificar potenciales factores de susceptibilidad.

En definitiva, de lo arriba descrito se concluye que los presentes datos no apoyan la percepción de la voluntaria sobre la existencia de una relación directa entre los cambios en la amplitud de los campos magnéticos residencia-

les a los que se ve expuesta diariamente y los cambios en la aparición de un conjunto de síntomas que viene padeciendo. Sin embargo, ante la falta de información más completa y exacta sobre síntomas como los desórdenes del sueño o los acúfenos, la posibilidad de que la voluntaria sea hipersensible a la exposición residencial a campos magnéticos de frecuencia industrial y  $B > 0,1 \mu\text{T}$  no ha podido ser refutada completamente.

## REFERENCIAS

1. Bergqvist, U., Wahlberg, J.E., Skin symptoms and disease during work with visual display terminals, Contact. Dermatitis, 30:191-204, (1994).
2. Bergdahl, J., Psychological aspects of patients with symptoms presumed to be caused by electricity or visual display units, Acta Odontol. Scand., 53:304-310, (1995).
3. European Commission. Possible Health Implications of Subjective Symptoms and Electromagnetic Fields. A rapport prepared by a European group of experts for the European Commission, DG V. Solna, Sweden: European Commission DG V, National Institute for Working Life, 1997, edited by U. Bergqvist, Vogel E.
4. Levallois, P., Neutra, R., Lee, G., Hristova, L., Study of Self-Reported Hypersensitivity to Electromagnetic Fields in California, Environmental Health Perspectives, 110 (4):619-623, (2002).
5. Levallois, P., Hypersensitivity of Human Subjects to Environmental Electric and Magnetic Field Exposure: A Review of the Literature, Environmental Health Perspectives, 110 (4):613-618 (2002).
6. Graham, C., Cook, MR., Cohen, HD., Gerkovich, MM., A dose-response study of human exposure to 60 Hz electric and magnetic fields, Bioelectromagnetics, 15:447-463 (1994).
7. Lyskov, E., Juutilainen, Y., Jousmaki, Y., Hanninen, O., Medvedev, S., Partanen, J., Influence of short-term exposure of magnetic field on the bioelectrical processes of the brain and performance, Int. J. Psychophysiol, 14:227-231, (1993a).
8. Lyskov, E., Juutilainen, J., Jousmaki, Y., Partanen, J., Medvedev, S., Hanninen, O., Effects of 45 Hz magnetic fields on the functional state of the human brain, Bioelectromagnetics, 14:87-95, (1993b).
9. Sait, ML., Wood, AV., Sadafi, HA., A study of heart rate and heart rate variability in human subjects exposed to occupational le-

vels of 50 Hz circularly polarised magnetic fields, *Med. Eng. Phys.*, 21(5):361-369, (1999).

10. Whittington, C.J., Podd, J.V., Rapley, B.R., Acute effects of 50 Hz magnetic field exposure on human visual task and cardiovascular performance, *Bioelectromagnetics*, 17: 131-137, (1996), erratum published in, 18: 88 (1997).

11. Graham, C., Cook, M.R., Cohen, H.D., Riffle, D.W., Hoffman, S., Gerkovich, M.M., Human exposure to 60 Hz magnetic fields: neurophysiological effects, *Int. J. Psychophysiol.*, 33(2):169-175 (1999).

12. Lyskov, E., Sandström, M., Mild, K.H., Provocation Study of Persons With Perceived Electrical Hypersensitivity and Controls Using Magnetic Field Exposure and Recording of Electrophysiological Characteristics, *Bioelectromagnetics*, 22: 457-462 (2001).

13. Anderson, B., Berg, M., Arnetz, B.B., Malin, L., Langlet, I., Lidén, S., A cognitive-behavioural treatment of patients suffering from "electrical hypersensitivity", *J. Occup. Environ. Med.*, 38:752-758 (1996).

14. Oftedal, G., Vistnes, A.L., Rygge, K., Skin symptoms after the reduction of electric fields from visual display units, *Scand. J. Work Environ. Health*, 21:335-344, (1995).

15. Rea, W.J., Pan, Y., Fenyves, E.J., Sujisawa, I., Samadi, N., Ross, G.H., Electromagnetic field sensitivity, *J. Bioelectr.*, 10:241-256 (1991).

16. Berg, M., Arnetz, B.B., Lidén, S., Ene-roth, P., Kallner, A., Technostress. A psychophysiological study of employees with VDU-associated skin complaints, *J. Occup. Med.* 34:698-701 (1992).

17. Lidén, S., Sensitivity to electricity: a new environmental epidemic. *Allergy*, 51:519-524 (1996).

18. Sandstrom, M., Lyskov, E., Berglund, A., Medvedev, S., Mild, K.H., Neurophysiological effects of flickering light in patients with perceived electrical hypersensitivity, *J. Occup. Environ. Med.*, 39:15-21, (1997).

19. Stevens, R.G., Davis, S., Thomas, D.B., Anderson, L.E., Wilson, B.W., Electric Power, Pineal Function and the Risk of Breast Cancer, *FASEB J.*, 6: 853-660, (1992)

20. Wood, A.W., Armstrong, S.M., Sait, M.L., Devine, L., Martin, M.J., Changes in human plasma melatonin profiles in response to 50 Hz magnetic field exposure, *J. Pineal Res.*, 25:116-127 (1998).

21. Stevens, R.G., Wilson, B.W., Anderson, L.E., (Eds), *The Melatonin Hypothesis: Breast Cancer and Use of Electric Power*. Battelle Press, (1997).

22. Wilson, B.W., Wright, C.W., Morris, J.E., Buschbom, R.L., Brown, D.P., Miller, D.L., Som-mars-Flannigan, R., Anderson, L.E., Evidence for an effect of ELF electromagnetic fields on human pineal gland function, *J. Pineal Res.*, 9:259-269 (1990).

23. Akerstedt, T., Arnetz, B., Ficca, G.,

Paulsson, L.E., Kallner, A., A 50 Hz electromagnetic field impairs sleep, *J. Sleep Res.*, 8:77-81 (1999).

24. Graham, C., Gibertini, M., Human Exposure to Magnetic Fields: Effects on Melatonin, Hormones and Immunity. In: *The Melatonin Hypothesis, Breast Cancer and Use of Electric Power*, Richard G. Stevenson, Bary W. Wilson and Larry E. Anderson Eds., Battelle Press, Columbus, OH. Pp: 479-502 (1997).

25. Savitz, D.A., Liao, D., Sastre, A., Kleckner, R.C., Kavet, A., Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality and electric utility workers, *Am. J. Epidemiol.*, 149 (suppl 2): 135-142 (1999).

26. Sastre, A., Cook, M.A., Graham, C., Nocturnal exposure to intermittent 60 Hz magnetic fields alters human cardiac rhythm., *Bioelectromagnetics*, 19 (2): 98-106, (1998).

27. Perry, F.S., Pearl, L., Binns, R., Power frequency magnetic field: depressive illness and myocardial infarction, *Public Health* 103:177-180 (1989).

28. Savitz, D.A., Boyle, C.A., Holmgren, P., Prevalence of depression among electrical workers. *Arc. J. Ind. Med.*, 25:165-176 (1994).

29. van Wijngaarden, E., Savitz, D.A., Kleckner, R.C., Cai, J., Loomis, D., Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study, *West J. Med.*, 173 (suppl. 2):94-100, (1999).



**Sociedad Española  
de Protección Radiológica**

# huelva

**X CONGRESO NACIONAL  
DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

**SEPT 2005**

**21, 22 y 23 de SEPTIEMBRE**

## Jornada científica: Descontaminación radiactiva en hospitales y centros de investigación biológica



El 15 de octubre tuvo lugar, en el Salón de Actos del Hospital Infantil La Paz, la celebración de la jornada científica "Descontaminación Radiactiva en Hospitales y Centros de Investigación Biológica" a la que asistieron alrededor de 80 personas. La Jornada fue organizada por la SEPR en colaboración con

el Hospital Universitario "La Paz", el CSN y ENRESA.

La inauguración estuvo a cargo de José Gutiérrez, presidente de la SEPR; Manuel Rodríguez, subdirector general de Protección Radiológica Operacional del CSN y Aurora Fernández Pavón, directora Médica del HULP, quien manifestó su complacencia por la elección de las instalaciones del centro hospitalario para la realización de eventos de este tipo.

El programa estuvo compuesto por tres sesiones:

- "Prevención y vigilancia de la contaminación; análisis de posibles escenarios", que recogió, en dos ponencias, la visión del problema con la experiencia de cuatro servicios de Radiofísica y PR hospitalarios y tres servicios de PR de los correspondientes centros de investigación biológica.

- "Medida de la contaminación - Equipos: Calibración y Verificación. Aspectos Prácticos", enfocado desde el punto de vista de un laboratorio de

- Metrología, sin olvidar la aplicación a las instalaciones.

- "Descontaminación de personas y áreas", donde expertos de una conocida empresa con relación al tema objetivo de la jornada, mostraron a los asistentes la teoría y la práctica de la descontaminación.

Para finalizar, en el coloquio se destacaron temas como el de la relativa dificultad de la medida de la contaminación en escenarios próximos a pacientes de medicina nuclear, hecho mitigable mediante normas no muy estrictas pero sí razonablemente fáciles de cumplir por estos.

Asimismo, se plantearon aspectos tales como la calibración y verificación de equipos en cuanto a periodicidad de envío a laboratorios de referencia (cada 2 ó 4 años en función de la disponibilidad de fuentes en el propio centro) para calibrar tipo de fuentes para verificar; el trabajo de embarazadas en Medicina Nuclear con alusión al documento del Foro CSN, SEFM, SEPR y la necesidad de evaluar el riesgo del puesto de trabajo; la actuación prevista en casos de contaminación interna (con la conclusión de una escasa experiencia dado el número de incidentes registrados); la conveniencia de conectar con un servicio médico con experiencia en caso de contaminación de heridas; la recomendación de que el SPR evalúe lo antes posible los incidentes para tomar decisiones de actuación en el propio Centro o, en su caso, contar con un Servicio Especializado, etc.

La jornada fue clausurada por J. Gutiérrez y M. Téllez de Cepeda, coordinadora de la misma.

Comité de Redacción

## 2005 Año mundial de la Física

El día 16 de noviembre y como actividad programada dentro de la "Semana de la Ciencia de Madrid, 2004", tuvo

lugar en la Real Casa de la Moneda una sesión organizada por la Real Sociedad Española de Física (RSEF) con el título "2005: Año Mundial de la Física".



La coordinadora de la sesión Paloma Valverde, profesora titular de la UCM, resaltó la importancia social de la ciencia, así como su necesaria intervención en la gestión de las grandes crisis, el desarrollo sostenible y la globalización. Este mensaje lo apoya la Real Sociedad de acuerdo con el planteamiento, a escala internacional, de afrontar el desafío de conectar la física con el público y de poner de manifiesto el impacto que esta disciplina va a tener en el Siglo XXI, en otras ciencias como las relacionadas con la salud, la protección del medio ambiente y la energía.

Teniendo en cuenta que 2005 es el centenario de la publicación de los famosos artículos de Einstein, declarado personaje representativo del Siglo XX, parece ser éste el momento para el acercamiento de la física a la sociedad, así como de poner en marcha acciones para el desarrollo de las ideas.

Gerardo Delgado, presidente de la RSEF, expuso un resumen de las actividades previstas para el año próximo. La inauguración tendrá lugar en el Parlamento, el próximo mes de febrero y se han diseñado diversas actividades algunas de las cuales contarán con la presencia de Premios Nobel y otros científicos relevantes. Entre los actos destacan: exposiciones en el Jardín Botánico y la Real Casa de la Moneda, la presentación de la traducción al castellano, gallego, catalán y vasco de los artículos antes citados, un seminario sobre Einstein y España (con el lema: Historia, Filosofía y Física), en la Residencia de Estudiantes en la que el eminente científico vivió durante una temporada (y donde Ortega y Gasset presentó sus publicaciones); la celebración, en Salamanca, de la Olimpiada Mundial

de la Física; el Congreso Nacional en Orense, otro sobre relatividad en el País Vasco, así como otras actividades de relevante interés en: Barcelona (Sociedad Catalana de Física), Galicia y Canarias, ente otras.

Se espera que el 2005 sea "la fiesta de la física" y la idea de celebrar el Año Mundial en 2005 surgió en un congreso de sociedades de física, celebrado en Berlín. La propuesta fue de la Unesco y la aprobó la ONU en su 58 Asamblea.

Ángeles Calvo, profesora Titular de la Universidad de Salamanca, describió con gran detalle los actos previstos para la Olimpiada Mundial de la Física, de la que es coordinadora, que tendrá lugar en la ciudad universitaria.

Antonio Moreno, profesor titular de la UCM y gran conocedor de la Historia de la Física, presentó una interesante y amena ponencia sobre Einstein y, finalmente, Antonio Fernández Rañada, catedrático de Física de la UCM, dirigió su mirada al futuro con temas tales como:

- El centro de gravedad de la economía mundial se desplaza hacia el Pacífico
- La respuesta europea: ¿La economía del conocimiento más dinámica y competitiva?
- ¿Qué queda de la paradoja europea? Donde indica algo preocupante, que los datos sugieren que al menos en el terreno científico, la actividad se desplaza hacia EEUU.
- Las misiones de la universidad: docencia, transmisión y crítica de la cultura e investigación científica y técnica.
- Las universidades europeas, el igualitarismo y la competitividad.
- Mantener el espíritu de Salamanca: La universidad es algo más que un lugar donde se forma a gente para que funden empresas (Euroscience).
- El caso de España, un análisis de la universidad en nuestro país y su situación a escala mundial.

Una actividad que puede encuadrarse dentro de este marco y en la que la

- RSEF colabora con el Departamento de Formación Continuada del Hospital Universitario La Paz (HULP) y es coordinada por el Servicio de Radiofísica y Radioprotección del mismo, es el curso "El Cerebro, Imagen y Señales" - HULP (1-3 de diciembre de 2004), que trata de focalizar el órgano rey del ser humano desde un punto de vista polifacético en lo que atañe al diagnóstico y que son de interés para especialidades tales como Neurología, Psiquiatría, Geriatría, Radiología, Medicina Nuclear, Radiofarmacia, Radiofísica Hospitalaria, así como a físicos. A través de su programa se puede observar la importancia que ha tenido y va a seguir teniendo en el futuro la física, en el diagnóstico y conocimiento del cerebro.

M. Téllez de Cepeda

### Presentación de la Asociación Nacional de Investigadores Hospitalarios (ANIH)



La ANIH se impone concienciar a las Administraciones Públicas y a la sociedad en general, sobre la necesidad de reconocer la figura del investigador científico hospitalario, creando la categoría correspondiente, y la de fomentar su

actividad investigadora con el fin de mejorar la calidad asistencial, docente y científica en los hospitales.

Las actividades de investigación en biomedicina que se desarrollan en los hospitales del Sistema Nacional de Salud, siguiendo las recomendaciones de la Ley General de Sanidad, son cada vez más frecuentes y están repercutiendo favorablemente en la calidad asistencial y docente de los centros hospitalarios. En este contexto, fue importante en su momento la creación de departamentos y grupos, dentro de los

hospitales, dedicados principalmente a la investigación. Esta labor investigadora viene siendo realizada por un colectivo de profesionales altamente cualificados cuya formación académica procede de diversas licenciaturas. La situación laboral de este personal –precaria en muchos casos– es un elenco de relaciones contractuales diferentes para cumplir funciones equivalentes. Situación que viene agravada por la inexistencia de una categoría profesional reconocida y porque no se ha establecido una carrera profesional que garantice la estabilidad y el desarrollo de las líneas de investigación que estos profesionales lideran. Con el fin de subsanar estas deficiencias, el día 5 de Noviembre de 2004 un colectivo de investigadores profesionales que desempeñan sus funciones en hospitales públicos celebraron la primera asamblea general de la "Asociación Nacional de Investigadores Hospitalarios" (ANIH).

Más información en la dirección: [www.anih-es.org](http://www.anih-es.org)

Comité de Redacción

### ADR 2005 Avance del Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera: ADR 2005

Las distintas normativas Aéreo-IATA, Marítimo-IMDG, Ferrocarril-RID, carretera (ADR) y vías navegables (ADN) para cada modo de transporte se actualizan cada 2 años con objeto de mantener vigentes las exigencias de los modernos sistemas de transporte y principalmente velar por la seguridad de las personas.

En lo que concierne al transporte de mercancías peligrosas por carretera, la norma ADR se actualiza los años impares: 1999, 2001, 2003 y así sucesivamente. Así, el ADR 2005 se encuentra

disponible en la página electrónica del Ministerio de Fomento: <http://www.mfom.es/transportes/sgtc/mmpp/mmpp.html>.

En esta misma página se encuentra tanto el avance del documento completo, como un resumen de las principales modificaciones de que es objeto dicho documento.

Entre las novedades a destacar del nuevo ADR 2005 están las siguientes:

Se crea el capítulo 1.10 sobre seguridad y protección ciudadana, que afectará a todos los participantes, almacenes temporales y estacionamientos temporales de vehículos, siempre en cantidades superiores a las establecidas por el epígrafe 1.1.3.6.3 y que incluye una lista de "mercancías peligrosas de alto riesgo" y establece la obligatoriedad de elaborar un plan de seguridad y protec-

ción ciudadana para poder transportar estas mercancías.

Se crea una nueva clasificación para los productos organometálicos, dependiendo de las propiedades que tengan y con arreglo a los resultados de los tests del "Manual de Pruebas y Criterios".

Se establecen nuevos criterios de asignación a la clase 9, fundamentalmente en relación con las mercancías contaminantes para el medio ambiente.

Otros cambios destacables respecto al ADR 2003, se refiere a la obligación de tener carné ADR para los conductores de vehículos de menos de 3,5 toneladas (a partir del 1 de enero de 2007) y la inclusión de formación sobre comportamiento en túneles.

*Comité de Redacción.*

## La FDA aprueba medicamentos para tratar la contaminación interna producida por elementos radiactivos

La agencia de alimentación y medicamentos en Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) ha anunciado la aprobación de dos medicamentos, penta-acetato trisódico cálcico (Ca-DTPA) y penta-acetato trisódico de zinc (Zn-DTPA) para tratar ciertos tipos de contaminación radiactiva. La FDA ha aprobado estos dos medicamentos como una parte de su esfuerzo continuo de proporcionar a los ciudadanos estadounidenses la mejor protección disponible contra los accidentes nucleares y las amenazas terroristas. La FDA ha determinado que Ca-DTPA y Zn-DTPA son seguros y efectivos para el tratamiento de contaminación interna con plutonio, americio o curio. Estos medicamentos incrementan la tasa de eliminación de dichos materiales radiactivos.

Los dos medicamentos han sido usados durante décadas en estudios para el tratamiento de emergencia de pacientes con contaminación radioactiva. Hasta ahora, no habían sido aprobados productos para el tratamiento de contaminación interna con plutonio, americio o curio. Esta contaminación puede ocurrir a través de varias vías incluyendo ingestión, inhalación o contacto directo a través de heridas. La meta del tratamiento con Ca-DTPA y Zn-DTPA es estimular la eliminación de estos contaminantes radiactivos y por tanto combatir el riesgo de potenciales efectos biológicos futuros incluyendo el desarrollo de ciertos cánceres.

La exposición de plutonio, americio y curio puede provenir de accidentes industriales, de su uso en laboratorio o a través de ataques terroristas mediante un sistema de radiación dispersa (RDD), comúnmente conocido como "dirty bomb".

Ca-DTPA y Zn-DTPA no deberían ser administrados simultáneamente. Si ambos productos están disponibles, el Ca-DTPA

# NOTICIAS

d e l

# MUNDO

## Nueva sección sobre Protección Radiológica en el foro europeo CIRCA

En la página electrónica del CIRCA (COMMUNICATION & INFORMATION RESOURCE CENTRE ADMINISTRATOR) de la Comisión Europea se han incluido dos foros de expertos sobre Protección Radiológica denominados NORMnet y RadonNet. Los interesados en participar en estos foros deben rellenar un formulario en la dirección electrónica <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/tr/en/Home/main>.

El objetivo del NORMnet es ayudar a los participantes del foro en los temas relacionados con las industrias NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials), a compartir conocimientos,

identificar problemas y proponer soluciones a las cuestiones surgidas en este tipo de industrias.

El objetivo del RadonNet es ayudar a los participantes del foro en los temas sobre el Radón, a compartir conocimientos, identificar problemas y proponer soluciones a las cuestiones que se puedan presentar.

En ambos foros la información recibida se organiza en librerías y regularmente puede ser sintetizada por la Comisión. Existe una sección de información con enlaces a internet de interés para los miembros de cada foro. En la sección de acontecimientos se informa de las convocatorias y reuniones planificadas sobre los temas relacionados en cada foro.

*Comité de Redacción*

debería administrarse en una primera dosis. Si se requiere un tratamiento adicional debería ser aplicado el Zn-DTPA. Se recomienda esta secuencia en el tratamiento porque el Ca-DTPA es más efectivo que el Zn-DTPA durante las primeras 24 h después de la contaminación interna. Después de estas 24 h ambos medicamentos actúan de forma similar. Su administración es vía intravenosa, sin embargo, en contaminación por inhalación estos medicamentos pueden ser inhalados por nebulización. Cuando las fuentes de contaminación radiactiva son múltiples o desconocidas otros medicamentos (tales como yoduro de potasio o azul de Prusia) pueden ser usados conjuntamente con Ca-DTPA o Zn-DTPA, (ver: [www.fda.gov/bbs/topics/NEWS/2003/NEW00944.html](http://www.fda.gov/bbs/topics/NEWS/2003/NEW00944.html))

El principal efecto secundario del Ca-DTPA es la pérdida de ciertos metales nutricionales esenciales tales como el zinc, que puede ser reemplazado tomando suplementos de zinc. Además, en la terapia por inhalación se han observado dificultades respiratorias en algunos individuos. El patrocinador de estos dos medicamentos es Hameln Pharmaceuticals, GmbH, de Hameln, Alemania.

Más información en:  
[www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01103.html](http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01103.html)

*Comité de Redacción*

## Uso del teléfono móvil y riesgo de Neurinoma Acústico

**Resultados de un estudio epidemiológico sueco incluido en el Programa Europeo INTERPHONE (13 países participantes), coordinado por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud (WHO).**

El estudio realizado por el Instituto de Medicina Ambiental (Institute of

Environmental Medicine, IMM) en el Instituto Karolinska, Suecia, ha sido publicado en octubre de 2004 por Stefan Lönn, Anders Ahlbom, Per Hall y Maria Feychting (Epidemiology 15,6: 653-659).

Los resultados del análisis indican que diez o más años de uso del teléfono móvil podría incrementar el riesgo de neurinoma acústico, riesgo relativo 1,9 (0,9-4,1). El riesgo era incluso mayor, aproximadamente cuatro veces más que en controles, para aquellos neurinomas localizados en el lado de la cabeza donde el teléfono era usado. No se encontró ninguna indicación de incremento de riesgo con menos de diez años de uso del teléfono móvil. El estudio incluye 148 casos de incidencia de neurinoma acústico, diagnosticados en Suecia entre 1999-2002 y 604 controles, emparejados por sexo, edad y zona residencial.

Los neurinomas acústicos son tumores poco frecuentes (prevalencia <1 / 100.000 casos anuales) del nervio auditivo. Se trata de tumores benignos de crecimiento lento que raramente suelen evolucionar a malignidad.

En el lapso abarcado por el estudio sólo los teléfonos móviles del tipo analógico (NMT) han estado en uso durante más de 10 años, y por lo tanto no podemos determinar si el posible incremento de riesgo detectado se restringe al uso de teléfonos analógicos, o si los posibles riesgos serían similares para el uso a largo plazo de teléfonos digitales (GSM).

Hasta la fecha pocos estudios han incluido un número suficiente de casos entre usuarios durante largo plazo como para permitir obtener una conclusión definitiva acerca de una posible asociación entre el uso del teléfono móvil y el riesgo de tumores cerebrales. Por tanto estos resultados necesitan ser contrastados con otros estudios antes de permitir conclusiones definitivas.

Más información en titulares de la revista: <http://www.microwavenews.com>

Revisiones aceptadas para su publicación en relación con el tema:

- **Epidemiology of Health Effects of Radiofrequency Exposure.** Publicación on-line en la dirección: <http://ehp.niehs.nih.gov/members/2004/7306/7306.pdf>

- **EMF and Health.** La fecha esperada de publicación on-line es de Marzo 17 de 2005 en the Annual Review of Public Health Volume 26. Abstract disponible en la dirección:

<http://arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.publhealth.26.021304.144445>

*Comité de Redacción*

## El Proyecto EMF de WHO rechaza el establecimiento de límites de exposición más estrictos dirigidos a reducir el riesgo de leucemia en niños

El Proyecto EMF de la Organización Mundial de la Salud (OMS) desaconseja a los gobiernos nacionales el establecimiento de límites más estrictos para la exposición a campos electromagnéticos (CEM.) La reducción de los límites había sido sugerida desde diversos sectores sobre la base de datos epidemiológicos que indicarían que la tasa de leucemia se duplica en niños expuestos crónicamente a campos muy débiles de 50/60 Hz.

La recomendación de la OMS está contenida en su esperado informe preliminar sobre cómo aplicar el Principio de Precaución para riesgos inciertos sobre salud y medio ambiente. El documento, que ha sido publicado el 2 de noviembre, puede ser obtenido en la página electrónica del Proyecto EMF de la OMS.

El nuevo informe representa el Marco para Desarrollar Medidas de Precaución en Áreas de Incertidumbre Científica, y formula criterios para la evaluación de riesgos sobre la salud y el medio ambiente. El marco se aplica para CEMs de frecuencia industrial y RF en dos estudios ejemplo, que son presentados en

apéndices separados. En su informe, la OMS no ofrece su propia conclusión sobre si el Principio de Precaución sería o no aplicable a los CEMs. En lugar de eso, se ofrecen detalladamente posibles opciones, que van desde la omisión de cualquier acción hasta la puesta en marcha de varias estrategias específicas, dejando a la discreción de las Instituciones de cada país el establecimiento de sus propias políticas de acción.

En cualquier caso, la OMS advierte que "el establecimiento de nuevos límites más restrictivos de exposición para CEMs de 50/60 Hz no es una opción viable." El Proyecto EMF declara que "la OMS entiende que los límites de exposición deberían estar basados en efectos convencionalmente considerados como establecidos y que [el establecimiento de límites estrictos] no constituye un mecanismo apropiado para poner en práctica criterios de precaución." Por lo tanto, la OMS desaconseja la opción de basar los límites de exposición sobre los datos de leucemia en niños. Según la Comisión Internacional para la Protección ante Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, 1998) y la Recomendación del Consejo de la Unión Europea (1999), el límite de exposición del público a campos de 50 Hz es  $B = 100 \mu T$ . En general, los estudios epidemiológicos han proporcionado consistentemente datos de potencial incremento en el riesgo de leucemia en niños expuestos a campos mucho más débiles ( $B \geq 0,4 \mu T$ ).

La OMS también desaconseja firmemente la adopción de nuevos límites de exposición para radiaciones RF. Considera que la probabilidad de que el uso de los teléfonos móviles pueda afectar de alguna manera al cerebro y causar enfermedades "es previsiblemente baja, pero no puede ser completamente eliminada", y admite que si existiese algún efecto, "la carga global de la enfermedad podría ser enorme" debido a la universalización del uso de la telefonía móvil. En consecuencia, el informe preliminar de la OMS presenta la

limitación del uso del teléfono móvil por niños como una opción posible, pero la descarta porque su eficacia "probablemente sería limitada." Es necesario señalar que el informe de la OMS no ha podido tomar en cuenta para sus conclusiones el reciente (octubre de 2004) estudio del Instituto de Karolinska sobre incremento en la incidencia de neurinomas de nervio acústico en sujetos con un uso prolongado (más de diez años) de teléfonos móviles.

La fecha límite para la recepción en la OMS de comentarios a este informe preliminar es el 15 de enero de 2005.

*Comité de Redacción*

### El profesor Eliseo Vañó será el nuevo secretario del Comité 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

En la última reunión del Comité 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) celebrada en Pekín en octubre de este año, de cuyo contenido y conclusiones se informa en este número de Radioprotección, fue nombrado secretario de dicho Comité el profesor Eliseo Vañó, socio de la SEPR.

Eliseo Vañó, miembro del Comité 3 de ICRP desde 2001, es licenciado y doctor en Ciencias Físicas, especialista en Radiofísica Hospitalaria, catedrático de Física Médica del Departamento de Radiología de la Universidad Complutense y jefe del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos. El profesor Vañó inició su formación como investigador en la antigua Junta de Energía Nuclear (área de espectrometría nuclear), donde se diplomó en Ingeniería Nuclear. Es miembro del Grupo de Expertos del Artículo 31 del tratado EURATOM de la Comisión Europea (CE) y forma parte del Grupo de Trabajo de Exposiciones Médicas de la Unión Europea a propuesta del

Ministerio de Sanidad y Consumo. Ha actuado en varias ocasiones como experto en protección radiológica para el Organismo Internacional de la Energía Atómica de Viena y ha colaborado con la Comisión Internacional de Protección Radiológica en la elaboración de documentos de su especialidad. Colabora también regularmente con el Consejo de Seguridad Nuclear. Además de dirigir, desde hace más de 10 años, un grupo de investigación financiado por Instituciones Nacionales y por la Comisión Europea, que desarrolla trabajos relacionados con la protección radiológica de los pacientes, el profesor Vañó ha representado a España en numerosos foros científicos europeos y en grupos de trabajo.

*Comité de Redacción*

### Instalado en el aeropuerto inglés de Heathrow un aparato de rayos X para inspeccionar a los pasajeros

El pasado 9 de noviembre, la CNN difundía una noticia polémica sobre el uso de rayos X en el aeropuerto de Heathrow (Londres) para inspeccionar a los pasajeros con objeto de detectar objetos sólidos que estos pudieran llevar escondidos. En octubre se inició la experiencia piloto que durará 4 meses. A pasajeros elegidos al azar se les pregunta si estarían dispuestos a someterse a un análisis con rayos X. El 98% de los pasajeros preguntados estuvieron dispuestos a someterse a la prueba ya que entendían que era por su seguridad, pero el grupo de derechos civiles inglés considera que las imágenes por rayos X son injustificadas e invaden la intimidad. En EEUU, los responsables de la seguridad en el transporte ya se habían planteado utilizar este tipo de dispositivos, pero aún no lo han puesto en práctica al considerar que hay una serie de aspectos de la privacidad de

las personas que necesitan ser tenidos en cuenta antes de la aplicación de estas medidas.

Las máquinas utilizadas para detectar bombas o explosivos en los pasajeros han mostrado limitaciones en el pasado. Los equipos de rayos X tradicionales usados para revisar los equipajes con frecuencia han fallado en la detección de explosivos plásticos y han dado alarmas positivas con sustancias como chocolate o queso, al tener estos una consistencia parecida al explosivo Semtex.

Los encargados de la seguridad del aeropuerto de Heathrow han denegado explicar las características de los equipos de rayos X instalados por motivos de seguridad y aseguran que el uso de estos equipos no produce incomodidad en los pasajeros ya que se utiliza una dosis muy baja de radiación, las imágenes no son almacenadas y el operador del equipo no ve a la persona que está siendo sometida a los rayos X.

En la noticia publicada por la CNN no se mencionan las dosis de radiación que se reciben al someterse a estos registros ni se hace alusión a los posibles riesgos para la salud que estas exposiciones podrían tener en el público en general, que recordemos que según las recomendaciones de ICRP no podría superar el límite anual de 1 mSv.

*Comité de Redacción*

### Participación española en el Grupo Asesor del Comité Técnico 85 de la Organización Internacional de Normalización (ISO)

El Comité Técnico 85 de la Organización Internacional de Normalización, (ISO/TC 85), se ocupa de la normalización en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear. Dentro del TC 85, hay varios subcomités (SC), en-

tre los que se encuentra el SC2 que se ocupa de la Protección Radiológica (PR). A su vez, dentro del SC2 hay 12 grupos de trabajo que tratan diferentes áreas relacionadas con la protección radiológica. En el año 2000 se creó, dentro del ISO/TC85 un Grupo Asesor (Advisory Group) internacional, con el objeto de asesorar al Presidente del SC2, Mr. Eugene Pauli, en la definición de nuevos campos en protección radiológica susceptibles de normalización. Las misiones de este grupo asesor son estratégicas, no de desarrollo de normas concretas, sino de identificación de futuras necesidades de protección radiológica en todos los campos que utilizan radiaciones ionizantes. Uno de estos campos es el de las aplicaciones médicas con radiaciones, para las que ya se están desarrollando nuevas normas. En este ámbito, las líneas estratégicas del grupo asesor se centrarán en las nuevas instalaciones médicas (braquiterapia, radiología digital, TAC, PET, ciclotrón, IMRT, terapia con radiofármacos, etc.). Así mismo, se considerarán los tres tipos de personas que podrían resultar expuestas a radiación hospitalaria: pacientes, personal de las instalaciones y público en su sentido más amplio. El grupo asesor se moverá a mitad de camino entre la I+D y los procedimientos y protocolos recién implantados en los hospitales, trabajando en estrecha colaboración con la OIEA y la ICRP.

La Dra. Raquel Barquero Sanz, miembro de nuestra Sociedad, se ha incorporado recientemente al Grupo Asesor que trata los aspectos relacionados con las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes. Raquel Barquero es Doctora en Ciencias Físicas, especialista en radiofísica hospitalaria, diplomada en ingeniería nuclear, especialista en protección radiológica para instalaciones médicas y Jefe de Sección de radiofísica y protección radiológica del Hospital Universitario del Río Hortega de Valladolid. Es vocal de la Junta Directiva de la Sociedad Española de Física Médica y miembro de su Comisión Científica permanente y del

Comité Científico Asesor de la revista de Física Médica. Su actividad profesional anterior se desarrolló como técnico superior ingeniero nuclear en la empresa Informes y Proyectos, S.A (1980-1989), y como físico del Servicio de Radioterapia del Hospital Universitario de Valladolid, (1989-1991). Ha participado como responsable en dos Proyectos I+D de dosimetría neutrónica financiados por el Consejo de Seguridad Nuclear, ha publicado 14 trabajos científicos en diferentes revistas internacionales y es coautora del Protocolo Nacional de Instrumentación en Medicina Nuclear. Ha formado parte, como especialista en radiofísica hospitalaria, de la Comisión Nacional de Asesoría Técnica del INSALUD sobre Instrumentación en Medicina Nuclear.

*Comité de Redacción*

### Reunión anual del Comité 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)

La reunión se celebró en Pekín, China, del 10 al 14 de octubre de 2004 bajo la presidencia del Profesor Mettler, y a ella asistieron 14 miembros del comité y 3 observadores (La International Commission on Radiological Units and Measurements, ICRU, la International Labour Organization, ILO, y la the International Standardization Organization, ISO). La International Electrotechnical Commission, IEC, presentó sus excusas.

Se discutieron algunos aspectos sobre el examen médico anual para personas que trabajan con radiaciones ionizantes y el Sr. Miu, observador de la ILO, presentó los criterios de esta organización. Se indicó que la ILO estaría abierta a recomendaciones sobre la justificación científica de la vigilancia médica de personas expuestas a radiaciones ionizantes. La ILO también estaría dispuesta a

participar en los esfuerzos que haya que realizar.

El Dr. J.M. Cosset presentó el borrador sobre "Aspectos de seguridad radiológica en braquiterapia para cáncer de próstata usando fuentes implantadas de forma permanente", siendo aceptado para su aprobación final por parte de la Comisión Principal de ICRP.

Se discutió el último borrador de las Recomendaciones 2005 de la ICRP. No existen objeciones mayores al borrador por parte del Comité 3 (C3). Se hicieron las siguientes sugerencias:

- Reforzar los aspectos de formación para exposiciones médicas, citando todos los documentos producidos por el C3 durante los últimos años.

- Aclarar los cambios hechos en algunos factores de riesgo, especialmente para mama y gónadas, y en general, con referencia al Anexo A (Coeficientes nominales de riesgo, transferencia de riesgo, detrimento y factores de ponderación de los tejidos), con objeto de aclararlo para los que no son expertos en radiobiología.

- Aclarar la edad de los trabajadores citada: de 20 a 64 años.

- Verificar si se incluye la afirmación de que las dosis efectivas no deberían ser recalculadas retrospectivamente con los nuevos factores de ponderación.

- Poner al día el riesgo de cataratas inducidas por radiación.

- Aclaración de las restricciones ("constraints") ya que con frecuencia se podrían interpretar como límites con valores máximos.

- Recomendación de incluir el requisito para aquellos que toman las decisiones sobre justificación, de tener las competencias para evaluar el riesgo, así como el beneficio.

- Aclaración de la definición de exposición médica del paciente respecto a la ocupacional.

El Presidente informó de los futuros cambios en los miembros del Comité 3. El Comité se limitará a 15 miembros. Claire Cousins actuará de Vice-presiden-

te y Eliseo Vaño como nuevo secretario. Se incorporarán miembros nuevos de China y Japón. El Presidente animó a otros miembros del C3 a buscar suplentes adecuados durante los años venideros.

El Comité 3 acordó los siguientes Grupos temáticos (Task groups, TG) y Grupos de trabajo (Working Parties, WP). Se indica el presidente de los diferentes WP y TG, junto con el tiempo estimado para terminar los documentos:

- TG: Protección radiológica para cardiólogos que realicen procedimientos guiados por fluoroscopia. Claire Cousins (1 año).

- TG : Aspectos de protección radiológica para nuevas técnicas de radioterapia. J.M. Cosset (Proyecto común con ICRU) (3 años).

- TG: Dosis a pacientes por radiofármacos. Sören Mattsson (en marcha).

- WP: Protegiendo a los niños: Técnicas de diagnóstico que implican radiaciones ionizantes. H. Ringertz (2-3 años).

- WP: Exposición de las manos a radiación ionizante durante la preparación y manipulación de radiofármacos. Julian Linecki (1-1,5 años)

- WP: Formación en protección radiológica para personal clínico que usa radiaciones ionizantes en medicina. Eliseo Vaño (2-3 años).

- WP: Exposiciones Médico-Legales usando radiaciones ionizantes sin un beneficio directo para el individuo expuesto. C. Sharp (2-3 años).

- WP: Exámenes médicos y seguimiento de personas accidental u ocupacionalmente expuestas a radiación ionizante. Fred Mettler (1,5 años).

- WP: Exploración médica de personas asintomáticas que usan radiación ionizante. Fred Mettler (1,5-2 años)

- WP: Gestión de dosis en tomografía computerizada multi-detector (CT) Madan Rehani (2 años).

Marie Line Perrin, observadora de la ISO, presentó las actividades de esta organización en el campo de la

Protección Radiológica. Se informó sobre las actividades del Subcomité ISO/TC85/SC2 (protección radiológica). El C3 pidió a la Sra Perrin que enviara información sobre la composición de los WG que desarrollan los documentos relacionados con PR en medicina y los borradores que pudieran elaborarse para poder enviar comentarios a ISO.

Fred Mettler informó sobre la propuesta de la Organización Mundial de la Salud (WHO) de reproducir y difundir parte de la publicación preparada por la ICRP "Guía de apoyo 2: Radiación y su paciente: Una guía para médicos". El Comité acordó verificar la consistencia del texto original.

André Wambersie presentó las actividades más recientes de la ICRU en el campo de interés para el C3, especialmente el contenido del documento "Dosimetría e información de aplicaciones terapéuticas de rayos beta y fotones de baja energía" (ICRU Informe 72).

Sören Mattsson presentó el borrador del documento "Dosis de radiación a pacientes por radiofármacos" que fue aprobado por el Comité. Puesto que el documento contiene cambios relevantes con implicaciones prácticas en comparación con las publicaciones previas de la ICRP 52 y 80 (especialmente en relación con los periodos de interrupción de la lactancia), se preparará un párrafo subrayando este aspecto para que sea considerado por la Comisión Principal.

La próxima reunión conjunta con otros Comités y la Comisión Principal se realizará en Ginebra del 11 al 15 de septiembre de 2005.

*Profesor Eliseo Vaño*

**El Segundo Congreso Europeo IRPA París 2006 ya está en marcha**

El Segundo Congreso Europeo IRPA, que tiene como lema **"La protección**

**radiológica: del conocimiento a la acción**", se celebrará entre los días 15 y 19 de mayo de 2006 en París, en la Cité des Sciences et de l'Industrie del recinto de la Porte de la Villette. Los socios de la SEPR Leopoldo Arranz y Eduardo Gallego han sido invitados a formar parte del Comité Científico de dicho Congreso, al que podrán aportar la experiencia que les ha proporcionado la organización del Congreso Internacional IRPA-11 en Madrid del que están publicadas todas las ponencias, conclusiones y fotografías en la página electrónica [www.irpa11.com](http://www.irpa11.com).

En la primera reunión del Comité Científico, se ha decidido que los temas básicos sean los siguientes:

- Efectos de la radiación (Efectos biológicos y sobre la salud de las radiaciones ionizantes).
- Sistemas de protección radiológica y regulación ( Incluye aspectos de formación en PR).
  - Dosimetría e instrumentación.
  - Protección radiológica en el trabajo.
  - Protección radiológica en medicina (protección de los pacientes en prácticas médicas, protección de los trabajadores en prácticas médicas, aspectos médico-legales).
  - Protección radiológica y el público (Protección del público y del medio ambiente).
  - Gestión de residuos y desmantelamiento.
  - Incidentes y accidentes (Incluye medidas post-accidente, planes de emergencia y terrorismo nuclear).
  - Política de las radiaciones y sociedad (Evaluación de las políticas de protección radiológica, protección radiológica y sociedad y aspectos legales).
  - Radiaciones no ionizantes (Efectos biológicos y sobre la salud de radiaciones no ionizantes).

El comité ha aprobado también 9 cursos de refresco y 4 mesas redondas, aparte de las conferencias magistrales, por lo que se espera contar con los científicos europeos más prestigiosos en sus

áreas, entre los que se contarán con algunos compañeros de la SEPR. Se espera que entre enero y febrero 2005, se publique el Segundo Anuncio con las condiciones para las comunicaciones (Call for Papers). Dicha información se

enviará a todos los socios y estará disponible en nuestra página electrónica [www.sepr.es](http://www.sepr.es), esperando una excelente participación.

*Comité de Redacción*

## PUBLICACIONES

### IAEA Proceedings Series

**National Infrastructures for Radiation Safety: Towards Effective and Sustainable Systems Proceedings of an International Conference in Rabat, Morocco, 1-5 September 2003.**

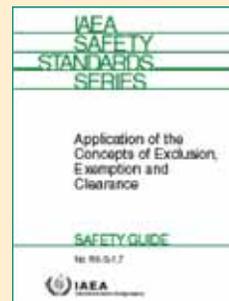


Esta conferencia repasó la situación en lo que concierne al desarrollo de la seguridad de la radiación y las infraestructuras de seguridad, tanto en los Estados Miembros del OIEA como en los países que no son Estados Miembros del OIEA. Se destacó la necesidad de la seguridad completa y eficaz de la radiación y las infraestructuras de seguridad que son necesarias. Las conclusiones de la conferencia y las recomendaciones están incluidas en estas actas, con las conferencias principales, los resúmenes de las ponencias y las discusiones. Los trabajos presentados y las presentaciones orales están disponibles en un CD que se incluye con este volumen.

### IAEA Safety Standards Series

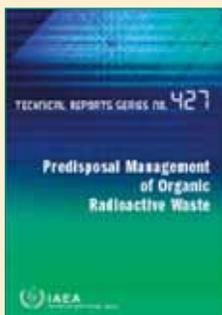
**Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. Colección de normas de seguridad Nº RS-G-1.7**

La presente Guía de seguridad ha sido preparada en el cumplimiento parcial de la petición, y las recomendaciones que pueden ser aplicadas a todas las materias primas, los productos alimenticios y al agua potable. Para cumplir con la petición relacionada con los productos alimenticios, el Código Alimentario de la Organización de Agricultura de las Naciones Unidas y la Salud Mundial. La organización ha solicitado la revisión de los criterios radiológicos para los productos alimenticios. La petición general contenida en la resolución ha sido realizada repasando y ampliando los conceptos de exclusión, exención y control de aduanas según está indicado en las Normas Internacionales Básicas de Seguridad para la Protección contra las Radiaciones ionizantes y para la Seguridad de las fuentes de radiación (Serie de Seguridad del OIEA num. 115). Las recomendaciones de esta Guía de Seguridad son compatibles con los conceptos de las normas.



## IAEA Technical Reports Series

### **Predisposal Management of Organic Radioactive Waste. Technical Reports Series No. 427**



El tratamiento de los residuos radiactivos orgánicos es un campo que se desarrolla rápidamente. Se investigan varios tratamientos y las opciones de acondicionamiento que han sido desarrolladas y extensamente aplicadas

en varios Estados Miembros del OIEA. La naturaleza orgánica de los residuos o la presencia de componentes orgánicos en los residuos debería ser tenida en cuenta durante todos los pasos de tratamiento de los residuos radiactivos, en particular durante su emplazamiento final. Los criterios actuales de la aceptación para la disposición de los residuos radiactivos incluyen las exigencias para un mínimo contenido orgánico en los bultos. La gestión de los residuos radiactivos orgánicos ha sido indicada por el OIEA en la Serie de Informes Técnicos núm. 294: Opciones para el tratamiento y solidificación de los residuos orgánicos radiactivos, que fue publicado en 1989. Desde este año los acontecimientos han requerido diferentes medios para el tratamiento y la inmovilización de los residuos radiactivos orgánicos y otros residuos radiactivos que contienen cantidades sustanciales de componentes orgánicos. Por lo tanto se decidió para revisarlo realizar una actualización y un informe para reflejar los nuevos acontecimientos y la experiencia sobre el tratamiento de los residuos radiactivos orgánicos. El borrador inicial de este informe se preparó en julio de 2001 por diferentes especialistas de los

Países Bajos y del Reino Unido. En mayo de 2002 el borrador fue revisado y desarrollado por expertos de nueve países, y después fue modificado en marzo de 2003 por expertos de Canadá, Países Bajos y del Reino Unido.

### **Occupational Radiation Protection in the Mining and Processing of Raw Materials Safety Guide. Safety Standards Series No. RS-G-1.6. STI/PUB/1183, 2004., ISBN 92-0-115003-2.**

Esta Guía de Seguridad revisa la Guía No. 26 (Radiation Protection of Workers in the Mining and Milling of Radioactive Ores, 1983 Edition) dedicada principalmente a las actividades que utilizan los minerales de uranio y torio. La presente Guía actualiza la anterior Guía extendiendo el alcance a las actividades que utilizan otros materiales que necesitan medidas de protección radiológica, así como la inclusión de nuevas orientaciones sobre autorizaciones, actividades de procesado, inspección y cumplimiento.

El principal objetivo de esta Guía es proporcionar una orientación práctica de acuerdo con los requisitos de los estándares básicos de seguridad (Basic Safety Standards) relacionados con la protección radiológica de los trabajadores de la minería y facilitar la preparación de regulación nacional o local, así como procedimientos de trabajo en esta área de actividad industrial.

### **Respuesta a sucesos relacionados con el desplazamiento involuntario o el tráfico ilícito de materiales radiactivos. IAEA TECDOC Series No. 1313/S. Edición en español, Agosto 2004.**

El objetivo primordial de este informe es proporcionar a los Estados Miem-

bro información práctica para su empleo por el personal encargado de la respuesta a emergencias y la observancia de la ley que interviene en los casos de incidentes relacionados con desplazamiento involuntario o el tráfico ilícito de materiales radiactivos. La finalidad de la respuesta es recuperar el control de los materiales radiactivos pertinentes a fin de mitigar el riesgo de daños para las personas y al medio ambiente.

### **Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer. Technical Reports Series No. 430. Octubre 2004**

Este informe va dirigido como soporte a los hospitales que desarrollan procedimientos para montaje y garantía de calidad (QA) de sistemas de planificación de tratamiento computerizado (TPSS). El relativo bajo coste de estos equipos ha hecho que los TPSS sean ampliamente utilizados en los países industrializados y en desarrollo. Pero a excepción de las recomendaciones sobre QA en los países de Norte América y Europa Occidental, no existen publicaciones disponibles para que los profesionales puedan desarrollar procedimientos para los TPSS. En todas las pruebas descritas en este informe se discuten los temas asociados con la educación, verificación, documentación y comunicación.

## Journal of the ICRU

### **ICRU Report 71, Prescribing, Recording, and Reporting Electron Beam Therapy. Journal of the ICRU Volume 4, No 1, 2004.**

El documento amplía los conceptos y las recomendaciones para fotones

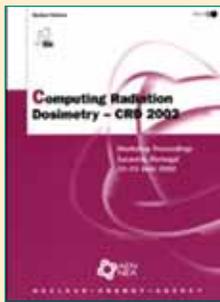
contenidos en los Informes 50 y 62 del ICRU en la terapia del haz de electrones. Refleja las semejanzas entre el electrón y los tratamientos con fotones, la sección sobre volúmenes en el presente informe es muy similar a la sección sobre volúmenes en los informes 50 y 62, pero se presentan clarificaciones evolutivas aplicables a ambas modalidades. Los conceptos que han sido revisados son: Volumen de Tumor Grueso (GTV), Volumen Clínico Objetivo (CTV), Planificación del Volumen Objetivo (PTV), Órganos en peligro (REMOS) y Planificación del Volumen del Órgano en peligro (PRV) y se dan nuevos ejemplos para ilustrar estos conceptos. Proporciona los datos físicos y dosimétricos necesarios para el entendimiento y la interpretación correcta de las recomendaciones. En general, en la terapia de electrones, la energía de la radiación y el sistema de impacto de la radiación son ajustados de modo que el máximo de la curva de dosis profunda sobre el eje de la radiación ("la dosis máxima") sea alcanzado en el centro (o en la parte central) del PTV. Este punto es seleccionado como el Punto de referencia ICRU.

Si la dosis máxima no es obtenida en la parte central del PTV, el punto de referencia ICRU debería ser seleccionado en el centro del PTV, pero, además, la dosis máxima también debería ser tenida en cuenta. La dosis máxima está siempre directamente relacionada con el número de unidades de monitor para condiciones de referencia, p. ejm., un incidente de radiación perpendicular a un medio homogéneo. Están indicadas las recomendaciones específicas para las condiciones de no referencia: rayos pequeños e irregularmente formados, incidencia de rayo oblicua y presencia de heterogeneidades. Una sección trata de las técnicas especiales: irradiación total de la piel (TSI) y radioterapia intravagente (IORT).

En el apéndice se muestran los ejemplos clínicos de radiaciones oncológicas en centros, que se presentan para ilustrar como interpretar los conceptos y aplicar las recomendaciones.

## NEA

**Computing Radiation Dosimetry - CRD 2002. Workshop Proceedings, Sacavém, Portugal, 22-23 June 2002. Publicado en agosto del 2004 por la NEA con número NEA#04311, ISBN 92-64-10823-8.**



El establecimiento de métodos de cálculo y herramientas fiables para la dosimetría es una labor importante debido al aumento del uso de la radiación en áreas de la

ciencia y la tecnología y en las aplicaciones médicas. Los campos involucrados incluyen protección radiológica, blindajes, diagnóstico y terapia de radiación, radiobiología, biofísica y detección de la radiación.

Este documento incluye las conferencias impartidas por expertos en el área de dosimetría. Estas conferencias constituyen una referencia valiosa para aquellos que deseen conocer los métodos computacionales más avanzados en dosimetría

## ICRP

**ICRP Publication 93: Managing Patient dose in Digital Radiology**

Con las técnicas digitales existe la probabilidad de utilizar mejor la radiología pero también el riesgo de sobreexposición. Las mayores ventajas de la imagen digital son: rango más amplio, post procesado, múltiples opciones de imagen, la transferencia electrónica y las posibilidades de archivo; estas op-

ciones existen pero también pueden ocurrir sobreexposiciones sin que exista impacto en la calidad de la imagen. En la radiografía convencional, la sobreexposición produce imágenes negras en las películas. En los sistemas digitales se obtienen buenas imágenes en un amplio rango de dosis. Con sistemas digitales fluoroscópicos es muy fácil borrar las imágenes. Existe una tendencia a obtener un número mayor de imágenes que las necesarias. En radiología digital, la dosis que recibe el paciente va de acuerdo con la calidad de la imagen, y existe la tendencia de que los pacientes reciban dosis más altas. Diferentes problemas médicos requieren diferentes niveles de calidad de imágenes y las dosis recibidas no implican ningún beneficio para el tratamiento clínico, la calidad de la imagen tiene que estar comprometida con apropiados niveles de dosis para su comprensión y el procesamiento posterior de las técnicas y estos nuevos cambios son la parte de la optimización en los procesos que incluyen los protocolos técnicos y clínicos. Las dosis se incrementan cuando se utilizan técnicas digitales por lo que es necesaria la formación en el manejo de la calidad de la imagen y la dosis en el paciente. La utilización de los sistemas digitales implica a diferentes especialistas, médicos, radiofísicos, técnicos en radiodiagnóstico, que deben asegurar que la calidad de la imagen y las dosis están integradas. El control de calidad requiere nuevos procedimientos y protocolos (visualización, transmisión y archivo de las imágenes).

## NRPB

**NRPB-W60.Optimisation of Monitoring for Internal Exposure (OMINEX).**

El objetivo del proyecto OMINEX es proporcionar la información en el diseño y la implementación de los programas de control de la contaminación interna

en el lugar de trabajo que implique el mayor aprovechamiento de todos los medios disponibles sin incremento de los costes. Los mecanismos indicados incluyen la elección del método de medida, por ejemplo, medidas de excreciones en vez de medidas in vivo, elección de técnicas de medida (por ejemplo, espectrometría alfa en vez de espectrometría de masas), intervalos de medida, frecuencia de las medidas, requerimientos de sensibilidad en la detección, necesidad de parámetros de medida para garantizarlo, los resultados inciertos relativos a las dosis internas y las dosis mínimas detectables. La aproximación a la optimización considera los costes y los beneficios siendo cuantificado principalmente evaluando la sensibilidad o la exactitud de las dosis que son determinadas por resultados de los métodos de medida específicos. Se indican los principales resultados de las revisiones de las medidas de las dosis internas y los gastos de supervisar los programas. Se discuten las recomendaciones sobre la optimización de las medidas y los parámetros de medida in vivo. Se describe un nuevo método para la evaluación de la incertidumbre de medida de dosis, y el empleo de información sobre incertidumbres en el diseño de un programa de supervisión. Se indican las recomendaciones para la supervisión de las exposiciones a los compuestos de tritio, cobalto, yodo, cesio, uranio, plutonio y torio que son utilizados en la industria nuclear.

**NRPB-W63. Radiological Assessments for Small Users. C E McDonnell. Octubre 2004**

Este informe sustituye al anterior NRPB-M744 que describe los métodos para preparar evaluaciones radiológicas relacionadas con la acumulación y eliminación de residuos radiactivos de pequeños usuarios, por ejemplo hospitales, universidades y centros médicos o de investigación. En este informe han sido revisados los modelos del informe NRPB-

M744 teniendo en cuenta los recientes trabajos realizados en esta área. Como en el informe anterior, la metodología de evaluación se presenta con ejemplos de trabajo utilizando términos fuente realistas. Los resultados de estos cálculos sugieren que la mayoría de los pequeños usuarios deberían ser capaces de demostrar que las dosis asociadas con las prácticas de eliminación están por debajo de los límites de dosis.

**NRPB-W62. Exposure of the General Public to Radio Waves near Microcell and Picocell Base Stations for Mobile Telecommunications. T G Cooper, S M Mann, M Khalid, and R P Blackwell. Septiembre 2004.**

Este informe presenta la evaluación de la exposición del público a las ondas de radio transmitidas por estaciones base de micro células y pico células de telecomunicaciones móviles a través de medios teóricos y experimentales. Los resultados de las medidas y cálculos llevados a cabo para veinte estaciones base de micro células seleccionadas indican que los miembros del público no sobrepasan la exposición de la guías del ICNIRP. Para más información: [http://www.nrpb.org/publications/w\\_series\\_reports/2004/nrpb\\_w62.htm](http://www.nrpb.org/publications/w_series_reports/2004/nrpb_w62.htm)

**Guide pratique: Radionucléides & Radioprotection. D. Delacroix, J.P. Guerre et P. Leblanc. EDP SCIENCE, 2004. ISBN: 2-86883-704-2.**

Esta Guía esta destinada a aquellos que utilicen radionúclidos en los laboratorios o estén en posesión de sustancias radiactivas. Concierna a todos los sectores científicos y técnicos como la medicina, biología, la investigación o la industria y está dirigido a las personas

encargadas de la protección radiológica en dichos laboratorios.

Esta Guía presenta más de doscientas fichas de radionúclidos, incluyendo los últimos avances en la materia sobre las características nucleares y la protección radiológica. Esta información puede ayudar al usuario a:

- Cuantificar los riesgos de exposición interna o externa debidos a la manipulación
  - Optimizar la detección y medios de protección en los puestos de trabajo
- Esta nueva edición incorpora las últimas recomendaciones internacionales y se apoya en la nueva legislación francesa y europea en vigor

**RADIATION DOSIMETRY**

**Advances in Nuclear Particle Dosimetry for Radiation Protection and Medicine: Ninth Symposium on Neutron Dosimetry, Volume 110, Number 1-4**

Este numero de la revista recoge las ponencias presentadas en el Noveno Congreso de Dosimetría de Neutrones denominado "Avances en Dosimetría de neutrones en la Protección radiológica y en la Medicina", que fue organizado por el Departamento Interfacultativo del Reactor de La Universidad tecnológica de Delf (Holanda) y el Grupo Europeo de Dosimetría de las Radiaciones, que se celebro en Delf del 28 de septiembre al 3 de octubre de 2003. Las ponencias presentadas están agrupadas en los siguientes apartados: Detección y dosimetría de neutrones. Datos físicos básicos y Calibraciones (Fuentes de partículas nucleares/datos físicos / Actividades / Calibración / Dosimetría computacional). Espectrometría. Nuevas técnicas en la detección de la radiación y dosimetría. (Dosimetría activa (semiconductores) y pasiva (TLD; OSL, etc.)).

Dosimetría de la radiación espacial. Dosimetría crítica y retrospectiva. Radioterapia. (Dosimetría de neutrones ligeros, dosimetría de terapia de captura del boro, dosimetría de terapia de protones e iones pesados). Control dosimétrico personal control del lugar de trabajo y dosimetría ambiental.

**Radioactivity Protection: 1st International Meeting on Applied Physics (APHYS-2003). 2004, Volume 111, Number 1.**

Este número de la revista recoge las ponencias presentadas en el 1<sup>er</sup> Congreso Internacional de Física Aplicada que se celebró en Badajoz del 14 Oct 2003 al 18 Oct 2003. Las ponencias presentadas fueron las siguientes: Estimación de la dosis debida a <sup>222</sup>Rn en agua, por M. Galán López, A. Martín Sánchez, y V. Gómez Escobar. Cálculo de coeficientes de conversión para espectros de fotones utilizando el código MCNP, por M. A. F. Lima, A. X. Silva, y V. R. Crispim. Cristales coloreados para dosimetría de dosis altas utilizando técnicas termoluminiscentes por Linda V.E. Caldas y Maria Inés Teixeira. Utilización de diferentes dosímetros de termoluminiscencia en campos de detección de <sup>90</sup>Sr+<sup>90</sup>Y, por Mércia L. Oliveira y Linda V. E. Caldas. Estudio y control de calidad de los parámetros del sistemas de TLD para dosimetría personal, por J. G. Alves, R. Montezuma, O. Margo, y L. Santos. Bases de datos utilizados en servicios de dosimetría personal –ITN-DPRSN, por J. G. Alves, M. B. Martins, A. R. Roda, y J. N. Abrantes. Dosimetría de termoluminiscencia de neutrones térmicos y comparación con el método de Monte Carlo por A. C. Fernández, J. P. Santos, A. Kling, J. G. Marques, I. C. Gonçalves, A. Ferro Carvalho, L. Santos, J. Cardoso, y M. Osvay. Exposición a radon en la industria de la minería, exposición en cuevas turísticas, por L. Quindós Poncela,

P. Fernández Navarro, C. Sainz Fernández, J. Gómez Arozamena, y M. Bordonoba Perez. Dosimetría in vitro para tratamientos externos con fotones de cáncer de cuello por diodos y TLDS, por C. J. Tung, H. C. Wang, S. H. Lo, J. M. Wu y C. Radón en el lugar de trabajo: Implicaciones de estudios de control post-recuperación, por A. R. Denman, S. Parkinson, M. Johnstone, R. G. M. Crockett, y P. S. Phillips. Estudio de retención después de la inhalación a alta temperatura de <sup>137</sup>Cs en reactor. Evaluación incierta de las medidas de radon con detector LR115 y contador, por F. Campi, M. Caresana, M. Ferrarini, L. Garlati, M. Palermo, y R. Rusconi. Análisis de la distribución de dosis en el cuerpo por el sistema de Monte Carlo en irradiación por fotones, por S. Ohnishi, N. Odano, N. Nariyama, y K. Saito. Medidas de dosis en radiografías de tórax diagnóstico: pacientes adultos y niños. por M. B. Freitas y E. M. Yoshimura. Dosímetro utilizando óxido de bismuto (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y polímero de (CuPc) por, A. Arshak, S. Zleetni, y K. I. Arshak. Dosis ambientales en la población por fuentes naturales en una región granítica en España, por R. López, M. García-Talavera, R. Pardo, L. Deban, y J. C. Nalda. Aplicación y limitaciones del maniquí matemático de adam con respecto a la protección radiológica por I. Smiljanic y F. W. Schultz. Medidas de los parámetros lineales en el detector CR-39. por K. N. Yu, F. M. F. Ng, J. P. Y. Ho, C. W. Y. Yip, y D. Nikezic. Dosis debida a la ingestión de hongos en España por A. Baeza y F. J. Guillén. Evaluación de la dosis de neutrones en aceleradores lineales, por A. Facure, R. C. Falcão, A. X. Da Silva, y V. R. Crispim. Medidas de (HP) Ge para espectros de diagnóstico por rayos X, por M. S. Nogueira, H. C. Mota, y L. L. Campos T. Martínez, M. Navarrete, P. González, y A. Ramírez. Dosis de radiación en braquiterapia con <sup>125</sup>I: 8 años de estudio por A. N. Al-Haj, A. M. Lobrigitto, y C. S. Lagarde. Exposición a Radon en los balnearios termales de la Isla de Lesbos (Grecia).

**Developments in Radiation Protection Dosimetry. Volume 109, Number 4**

En este número de la revista se presentan los artículos relacionados con todos los campos de la dosimetría y su desarrollo. Se dedica este número al fundador de la Revista, el Dr. E. P. Goldfinch. Los artículos repasan desde la utilización de dosimetría óptica estimulada por Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>C, el impacto de la publicación del ICRP num.92 en los coeficientes de conversión para dosimetría de rayos cósmicos, las calibraciones y medidas de dosimetría en protección radiológica, dosimetría personal de pacientes en radiología, el desarrollo y la evolución de normas en la contaminación interna por radionúclidos.

**Off-site nuclear emergency management—capabilities and challenges. Volume 109, Number 1-2**

En este número de la revista se presentan las ponencias del Congreso Internacional celebrado en Salzburgo (Austria) del 29 de septiembre al 3 de octubre de 2003. Las ponencias están estructuradas de acuerdo con los tres temas principales del mismo: 1- Gestión inmediata de emergencias, 2- Gestión posterior de las emergencias, 3- Gestión y recuperación de las áreas contaminadas

**Publicaciones del Consejo de Seguridad Nuclear**

**• Guías de Seguridad**

- Instrucciones escritas de emergencia aplicables al transporte de materiales radiactivos por carretera GSG-06.03. CSN, 2004 (27 págs.)

### • Informes técnicos

- Concentraciones de radón en viviendas españolas. Otros estudios de radiación natural. INT-04.09.CSN, 2004 (107 págs.)

- Vigilancia radiológica ambiental. Procedimientos. INT-04.07. CSN, 2004. En esta carpeta se incluyen varios títulos:

- Procedimiento de toma de muestras para la determinación de la radiactividad en suelos: capa superficial.

- Procedimiento para la conservación y preparación de muestras de suelo para la determinación de la radiactividad.

- Procedimiento para la evaluación de incertidumbres en la determinación de la radiactividad ambiental.

### • Documentos CSN

- La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2002. Estudio sectorial. DOC-07.07.CSN, 2004 (59 págs.)

### • Documentos I+D

- Proyecto Petra: I. Fundamentos y ejercicio de verificación. DID-08.04.CSN, 2004 (111 págs.)

- Productos y beneficios de los proyectos de investigación finalizados en el año 2003. DID-04.07.CSN, 2004 (110 págs.)

### • Otros documentos

- Avances hacia el almacenamiento definitivo geológico de residuos radiactivos: ¿Dónde nos encontramos? Una evaluación internacional. ODE-09.01 CSN, 2004 (37 págs.)

### • Normativa

- *Carpeta de Legislación del CSN (I)-NOR-01.01*

Ley de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear

Ley de Tasas y Precios Públicos por Servicios Prestados por el CSN

Ley de Energía Nuclear  
Estatuto del Consejo de Seguridad Nuclear

- *Carpeta de Reglamentos e Instrucciones (II)- NOR-01.02*

Instrucción IS-01, reguladora del car-né radiológico

Instrucción IS-02, sobre actividades de recarga en centrales nucleares

Instrucción IS-03, sobre expertos en las radiaciones ionizantes

Instrucción IS-04, sobre documentación de centrales en desmantelamiento

Instrucción IS-05, sobre valores de exención para nucleidos

Resoluciones del Consejo de Seguridad Nuclear

- *Carpeta de Instrucciones y Resoluciones (III)- NOR-01.03*

Instrucción IS-01, reguladora del car-né radiológico

Instrucción IS-02, sobre actividades de recarga en centrales nucleares

Instrucción IS-03, sobre expertos en

las radiaciones ionizantes  
Instrucción IS-04, sobre documentación de centrales en desmantelamiento  
Instrucción IS-05, sobre valores de exención para nucleidos  
Resoluciones del Consejo de Seguridad Nuclear

- *Carpeta de Legislación (IV). Normativa Sanitaria. NOR-01.04.*

Real Decreto 1891/1991 sobre aparatos de rayos X

Real Decreto 414/1996 por el que se regulan los productos sanitarios

Real Decreto 1841/1997 sobre calidad en medicina nuclear

Real Decreto 1566/1998 sobre calidad en radioterapia

Real Decreto 1796/1999 sobre calidad en radiodiagnóstico

Real Decreto 348/2001 sobre alimentos irradiados

Las publicaciones del Consejo de Seguridad Nuclear se pueden solicitar por correo electrónico a la siguiente dirección: [peticiones@csn.es](mailto:peticiones@csn.es).

## CONVOCATORIAS

### 2005

#### FEBRERO

• **The 16th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC).**

Del 13 al 18 de febrero de 2005. Zurich. Suiza. Para más información contactar con Gregor Dürrenberger, del Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich. Teléfono: 41 1632 2815; Móvil: +41 78 721 7488; Fax: 411632 1198. Dirección de correo electrónico: [gregor@mobile-research.ethz.ch](mailto:gregor@mobile-research.ethz.ch), o visitar la dirección electrónica <http://www.emc-zurich.ch>.

• **COST281 Workshop.** El 17 y 18 de febrero de 2005. Zurich. Suiza. Más información en la dirección: <http://www.cost281.org>

#### MARZO

• **UNESCO Seminar and Practical Workshop on Molecular and Cellular Mechanisms of Biological Effects of EMF.** Del 1 al 5 de marzo de 2005. Yerevan, Armenia. Con el apoyo de la Organización Mundial de la Salud (WHO) y la Oficina Europea de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (EOARD). Para más información contactar con el

Comité Organizador Teléfono: (3741) 62 4170, Fax: (3741) 61 2461. Correo electrónico: life@arminco.com, o visitar <http://www.bioelectromagnetics.org/calendar.php>

• **First UAE International Conference on Biological and Medical Physics.** Del 27 al 30 de marzo de 2005. Rotana Hotel , Al-Ain, Emiratos Árabes Unidos (UAE). Organizado por el Departamento de Física (Medical Physics Program), con el apoyo del excelentísimo señor Ministro de Educación e Investigación Científica y el Rector de la Universidad de Emiratos Árabes Unidos. En colaboración con la Universidad de Nueva York. Más información en la dirección: <http://icbmp.uae.ac.ae/>

### ABRIL

• **European Workshop on Individual Monitoring of Ionizing Radiation.** Del 11 al 15 de abril de 2005. Viena. Austria. Organizado por ARC Seibersdorf research GMBH Health Physics División en colaboración con EURADOS y el OIEA. Más información en <http://im2005.healthphysics.at>

### MAYO

• **ElectroMed 2005. Fourth International Symposium on Nonthermal Medical/Biological Treatments Using Electromagnetic Fields and Ionized Gases.** Del 16 al 18 de mayo de 2005. Portland, Oregon, EE.UU. Para más información en contactar con: [info@electromed2005.com](mailto:info@electromed2005.com).

### JUNIO

• **Seventh International Symposium 2005 on Change**

**and Consistency in Radiation Protection.** Del 12 al 17 de junio de 2005, Cardiff, Reino Unido. Organizado por la Sociedad Británica de Protección Radiológica, con la colaboración de las sociedades de protección radiológica española (SEPR), alemana-suiza, francesa y holandesa. Más información en la dirección electrónica <http://www.srp-uk.org/events/cardiff2005/index.html>

• **Bioelectromagnetics 2005. (BioEM 2005).** Del 19 al 24 de junio de 2005. Dublín. Irlanda. Organizado por la Sociedad Americana de Bioelectromagnetismo (BEMS) y la Sociedad Europea de BioElectromagnetismo (EBEA). La fecha límite de recepción de abstracts es el lunes, 10 de enero de 2005. Para el envío no electrónico de resúmenes e información general, póngase en contacto con la directora de gestión del Congreso: Gloria Parsley (+1)-301-663-4252; el Fax (+1)-301-694-4948; Correo electrónico: [BioEM2005@aol.com](mailto:BioEM2005@aol.com). Más información en la dirección <http://bioelectromagnetics2005.org>.

• **The XVIII International Symposium on Bioelectrochemistry and Bioenergetics.** Del 19 al 25 de junio de 2005. Coimbra, Portugal. Fecha límite para el envío de resúmenes el 31 de enero de 2005. Más información en: <http://www.besse-2005.uc.pt/>

### JULIO

• **CEFBIO5 2005—Coherence and Electromagnetic Fields in Biological Systems.** Del 1 al 4 de Julio de 2005. Praga, República Checa. Para más información contactar con Jiri Pokorny, Institute of Radio Engineering and Electronics, Academy of Sciences, Chaberska 57, CZ 182 51 Praga 8, República Checa. Teléfono: 00420 266773432; Fax: 00420 284680222. Correo electrónico:

[pokorny@ure.cas.cz](mailto:pokorny@ure.cas.cz) o visitar la página electrónica:

<http://www.ure.cas.cz/events/cefbios2005/>

### OCTUBRE

• **3rd International Symposium Chronic Radiation Exposure: Biological and Health Effects.** Del 24 al 26 de octubre de 2005. Chelyabinsk, Rusia. Organizado por el Urals Research Center for Radiation Medicine, con la colaboración del Federal Department Med-bioxtrem of the RF Ministry of Health, Comisión Europea, Organización mundial de la salud, Chelyabinsk Oblast Administration, Russian Federation Ministry for Emergencies y el Southern Urals Research Center, RAMS. Más información en la dirección: <http://urcrm.chel.su/english/symp2005.html>

• **The 2<sup>nd</sup> International Conference on Radioactivity in the Environment.** Del 2 al 6 de octubre de 2005. Niza, Francia. Organizado por la Unión Internacional de Radioecología y el NRPA, en colaboración con el Journal of Environmental Radioactivity y con la cooperación del OIEA. Para más información contactar con la secretaria de la conferencia. Torum Jolle. NRPA. P.O. Box 55. NO-1332. Osteras. Noruega. [Torum.jolle@nrpa.no](mailto:Torum.jolle@nrpa.no). Más información en la dirección electrónica: <http://www.teamcongress.no/events/IUR2005/>

### NOVIEMBRE

• **14<sup>th</sup> International Symposium on Microdosimetry (MICROS 2005).** Del 13 al 18 de noviembre de 2005. Venecia, Italia. Más información en la página electrónica <http://micros05.lnl.infn.it>

## Índice de artículos de RADIOPROTECCIÓN 2004

AUTORES	TÍTULO	NÚMERO
LENTIJO, J.C.; GIL, E.; RODRÍGUEZ, M. y RAMOS, M <sup>a</sup> L.	Estrategias del CSN en Protección Radiológica	Nº 39 Vol. 2004
GONZÁLEZ, A. J.	Programa del OIEA para la seguridad radiológica	Nº 39 Vol. 2004
HOLM, L.E.	Propuestas de la CIPR sobre las recomendaciones de protección radiológica de 2005	Nº 39 Vol. 2004
LAZO, T.	Mejora de la salud pública y la seguridad. Contribuciones de la OECD/NEA, Comité de Protección Radiológica y Salud Pública	Nº 39 Vol. 2004
ARANA, J; LAMA, A. y BEZARES, M.	Marco legal de la Protección Radiológica en España	Nº 40. Vol XI 2004
MARCO, M <sup>a</sup> L.; EUDALDO, T.; HERNÁNDEZ, A.; RUIZ-CRUCES, R.; GONZÁLEZ, F. y GALLEGU, E.	La formación en Protección Radiológica (Situación actual en España y líneas de evolución)	Nº 40. Vol XI 2004
BUTRAGEÑO, J.L.; VILLOTA, C.; GUTIÉRREZ, J. y RODRÍGUEZ, A.	Investigación y desarrollo en Protección Radiológica	Nº 40. Vol XI 2004
LANG-LENTON, J.	Gestión de los residuos radiactivos en España	Nº 40. Vol XI 2004
LOS ARCOS, J. M <sup>a</sup> ; BROSED, A.; FERNÁNDEZ, F.	Metrología de radiaciones ionizantes: bases físicas para la Protección Radiológica en España	Nº 40. Vol XI 2004
MARCHENA, P.; AMOR, I.; CASAL A.; DELGADO, A.; ORTEGA, X. y SOLLET, E.	La dosimetría en España	Nº 40. Vol XI 2004
RAMOS, L. M.; IZQUIERDO, C. y LEGARDA, F.	La vigilancia radiológica en España	Nº 40. Vol XI 2004
LENTIJO, J.C.; GIL, E.; SAN NICOLÁS, J. y LAZÚEN, J.A.	Gestión de emergencia radiológicas	Nº 40. Vol XI 2004
CANELLAS, M.; ESPAÑA, M <sup>a</sup> L.; FERNÁNDEZ, P.; MILLÁN, E. y PRIETO, C.	Protección Radiológica en el ámbito sanitario	Nº 40. Vol XI 2004
SUSTACHA, D.	Aportación de la industria electronuclear española	Nº 40. Vol XI 2004
CALVO, J. I.; CANCIO D.; MUÑOZ, M. J.; REVUELTA, R.; RUIZ, J.; VANÓ, E. y ALONSO, A.	Participación española en los foros supranacionales e internacionales	Nº 40. Vol XI 2004
MARCO, M.; RUIZ-CRUCES, R. y ALONSO, A.	Formación en Protección Radiológica	Nº 41. Vol XI 2004
ALCARAZ, M.; MARTÍNEZ-BENEYTO, Y.; JODAR, S.; VELASCO, E. y GARCÍA-VERA, M.C.	Control de calidad en radiología dental intraoral: anomalías en el funcionamiento de los equipos radiológicas	Nº 41. Vol XI 2004

## Índice

AUTORES	TÍTULO	NÚMERO
DONNELLY MD, L. F.	Actualización de temas relacionados con el riesgo de radiación y la obtención de imágenes pediátricas por tomografía computerizada	Nº 41. Vol XI 2004
DELGADO, A.; DÍAZ, J.P.; CARRASCO, J.L.; JIMÉNEZ-HOYUELA, J.M.; MARTÍNEZ DEL VALLE, M.D. y ORTEGA, S. J.	Gestión individualizada de la orina en el tratamiento con 153 Sm-EDTMP (QUADRAMET)	Nº 41. Vol XI 2004
ALONSO, A.	De la comunicación a la participación en las decisiones	Nº 42. Vol XI 2004
ÚBEDA, A. y MARTÍNEZ, Mª L.	Test de hipersensibilidad a exposiciones residenciales a campos magnéticos	Nº 42. Vol XI 2004
ESPAÑA, M.L.; GÓMEZ, G.; ROMERO, A.; MIÑAMBRES, A.; ALBI, G.; FLORIANO, A.; RODRÍGUEZ, A y LÓPEZ FRANCO, P.	Valoración de un sistema de SCAN digital frente a un sistema convencional cartulina película en exploraciones de columna total en pediatría	Nº 42. Vol XI 2004

## Entrevistas

ENTREVISTADO	CARGO	NÚMERO
Eliseo Vañó	Jefe del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos y Catedrático de Física Médica de la UCM	Nº 39 Vol. 2004
Antonio Núñez García-Saúco	Presidente de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía de Atómica (OIEA)	Nº 40. Vol XI 2004
Francisco Martínez Córcoles	Presidente de la SNE y director de Iberdrola Generación	Nº 41. Vol XI 2004
Pedro Carboneras y José Gutiérrez	Presidente saliente y entrante de la SEPR, respectivamente.	Nº 42. Vol XI 2004

## Nota técnica

AUTORES	TÍTULO	NÚMERO
DICUS, G. J.	El uso de la valoración de riesgos para tomar decisiones en seguridad radiológica	Nº 39 Vol. 2004
SUGIER, A.	Orientación de la protección radiológica en el Instituto de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear de Francia (IRSN)	Nº 39 Vol. 2004