

RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS Y ORDENADORES

L. Maceiras¹ / C. Quintas² / D. García³ / L. Rodríguez-Míguez¹ / JJ. Gestal²

¹Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Vigo / ²Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Santiago de Compostela / ³Área de Radiología, Universidad de Vigo.

Intentando encontrar un tema de actualidad para las Primeras Jornadas Gallegas de Medicina Preventiva, que se celebraron en Lugo en abril de 1991, habíamos llegado a la conclusión de que sería bueno buscar datos en el campo de la tecnología informática, ya que ella se abre paso entre nosotros, introduciéndose, incluso invadiéndonos, y suponiendo un gran avance cualitativo y cuantitativo en nuestras vidas, no solamente a niveles laborales sino también personales.

Y, desde entonces, ya no nos abandonó el gustillo por el tema...

¿Cuál es la problemática de las pantallas de visualización de datos (PVD) de los ordenadores?

Fatiga visual (picor en los ojos, lagrimeo, sensación de fatiga, visión borrosa, dolor de globos oculares, fotofobia, dolor de cabeza, mareos, ansiedad o somnolencia), trastornos musculoesqueléticos (dolores en cuello y espalda) y alteraciones psicológicas (irritabilidad, insomnio, mayor tendencia a depresiones y suicidios) son parte de los problemas inmediatos que pueden acarrear a sus usuarios.

Y a más largo plazo, ¿qué pasa con las radiaciones que emiten estas pantallas?... El tema de las radiaciones es siempre polémico. Además no conviene olvidar que sus efectos pueden aparecer a largo plazo y no ser muy aparentes. No es infrecuente, en periódicos o revistas, ver titulares del estilo de: "La contaminación electromagnética es una realidad", "Ondas con capacidad de ionizar los átomos. Un reto para la Medicina y Biología", etc.

De todos modos, de radiaciones existen diversos tipos, así que vamos a tratar algo más en concreto *eso de las radiaciones...*

Un terminal de pantalla de ordenador puede generar tres tipos de radiaciones:

- sónicas,
- electromagnéticas ionizantes,
- electromagnéticas no ionizantes.

1. Radiación sónica

En general los ordenadores son, o mejor dicho eran, más silenciosos que otros aparatos de oficina o domésticos.

Un terminal de impresora puede elevar sustancialmente los niveles de ruido, aunque ahora las impresoras de aguja han quedado anticuadas y cada vez se usan menos en las oficinas modernas.

Actualmente el problema es que la mayoría de las unidades de disco duro existentes en el mercado producen ruido. Además de un zumbido profundo, que se puede medir en decibelios, emiten un ruido agudo de alta frecuencia que para algunas personas acaba siendo intolerable, ya que los sonidos puros y continuos molestan más que un ruido que varía en altura porque se concentran en una sola frecuencia en lugar de ser una combinación de frecuencias.

El ruido del ordenador tiene dos fuentes principales: el/los ventiladores junto a la fuente de energía, y a veces también en torno a piezas vitales susceptibles de recalentamiento, y el disco duro.

En general, cuanto más rápido gira un disco duro, mayor es el ruido que produce, especialmente en altas frecuencias. La velocidad de rotación de los discos duros se ha duplicado en los últimos años de 3.600 a 7.200 revoluciones por minuto, exacerbando este problema. El nivel del ruido de los discos duros fluctúa entre 10 y 50 decibelios (dB), aunque en este momento la mayoría de las unidades energéticas operan a 45 dB.

2. Radiación electromagnética

Una onda electromagnética es una entidad física formada por un campo eléctrico y otro magnético, y se propaga por el espacio a una velocidad de unos 300.000 kilómetros/segundo. Sus efectos biológicos y físicos dependen de su frecuencia (longitud de onda) (Figuras 1 y 2) e intensidad.

Con respecto a su frecuencia o longitud de onda, nos interesa diferenciar siete tipos de ondas:

- radiofrecuencias o radioeléctricas (por ejemplo radios, televisiones),
- microondas (por ej. hornos),
- infrarrojas (por ej. aparatos de calefacción, de cocina...),
- visibles (luz),
- ultravioletas (UV) (lámparas de bronceado),
- rayos X (radiografías),
- rayos gamma (radioterapia).

(Los tres últimos tipos, son ionizantes.)

Fig. 1.- Radiaciones ordenadas según su longitud de onda

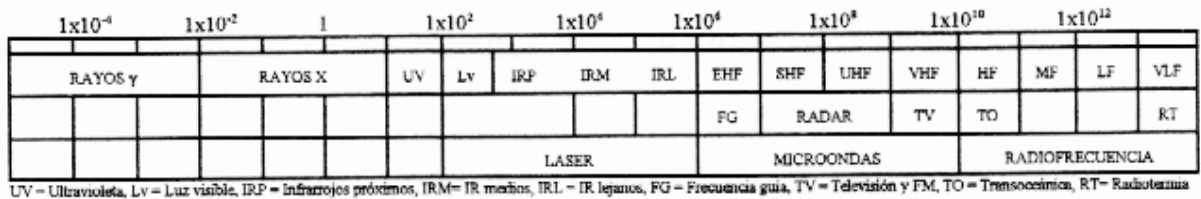
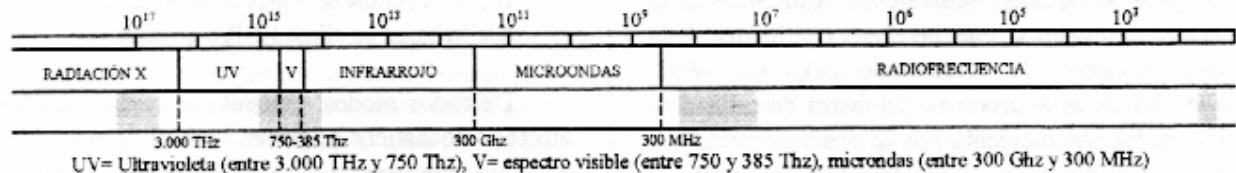


Fig. 2 y 3. Espectro electromagnético (EM) y EM emitido (4 bandas) por la pantalla de visualización.



Otra división sería:

- VLF: muy baja frecuencia (red eléctrica).
- LF: baja frecuencia.
- MF: frecuencia intermedia.
- HF: alta frecuencia (radiofrecuencia).
- VHF: muy alta frecuencia (microondas).
- UHF.
- SHF.
- EHF.

Con respecto a su intensidad, la división que nos interesa es:

- débiles (ordenador),
- fuertes (red de alta tensión).

2.1. Radiación electromagnética ionizante

Las radiaciones ionizantes están situadas en el lado izquierdo del espectro electromagnético y son capaces de provocar cambios físico-químicos, en los tejidos de los seres vivos, de mayor entidad e impacto que las radiaciones de la zona derecha del espectro. Tienen energía para arrancar electrones de la corteza de los átomos que atraviesan (ionización) y para romper enlaces químicos dentro de las moléculas del organismo.

Las pantallas llamadas *de televisor* (tubo de rayos catódicos) generan rayos X blandos (de baja energía). Otras, por ejemplo las de cristal líquido o de díodos electroluminiscentes, no emiten radiación ionizante.

2.2. Radiación electromagnética no ionizante

Las radiaciones no ionizantes se extienden desde los 0 Hertzios (Hz) hasta el ultravioleta.

No son capaces de arrancar electrones, ni de romper enlaces químicos, pero se está demostrando que algunas de estas radiaciones no son inocuas (por ejemplo las microondas) y por esto las autoridades sanitarias están

empezando a prestarles cada vez más atención. Pero aún es difícil *concretar* sus efectos.

2.3. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

La radiación capaz de provocar alteraciones en el organismo es la que puede ser absorbida. Los efectos están producidos por mecanismos directos (al absorber la energía las moléculas celulares) o por mecanismos indirectos (cuando el agua celular se ioniza y genera iones y radicales libres altamente reactivos).

El daño causado está relacionado con la *dosis*. Si es muy baja, es tolerable; si es alta, los efectos son mayores y más probables. Pero también hay otros factores que influyen en la respuesta celular.

La *tasa de dosis* introduce el factor tiempo. Si es alta, significa que la dosis se ha recibido en poco tiempo y, por lo tanto, los mecanismos de reparación enzimática no pueden actuar correctamente.

Por otro lado, a dosis iguales, los efectos pueden ser distintos, según la *transferencia lineal de energía* o energía cedida al medio por unidad de longitud, en su recorrido por el organismo.

A estos factores hay que añadir la mayor o menor susceptibilidad celular a las radiaciones, que aumenta de forma inversa al grado de diferenciación y de forma directa a la actividad mitótica y capacidad de división.

En cultivos celulares irradiados se observa un umbral, por debajo del cual no existen efectos demostrables. En cuanto éste se sobrepasa, aparece una inhibición de las mitosis, que permanece durante un tiempo. A medida que la dosis y la tasa de dosis crecen, los mecanismos de reparación tienen más dificultades para actuar y, por lo tanto, los efectos son más ostensibles. Si la radiación se produce sobre células germinales, las consecuencias quizá no se manifiesten hasta algunas generaciones después. Además de los retrasos en la división, las células pueden llegar a morir; esto sucede en fase reproductiva, por lesión cromosómica, o bien durante la interfase, por alteraciones metabólicas.

En consecuencia, las radiaciones ionizantes producen sobre el organismo humano una serie de efectos que pueden clasificarse como *somáticos*, si afectan al propio individuo, o como *genéticos*, cuando afectan a las células germinales y se manifiestan en las generaciones futuras. Unos y otros se expresan tras un *tiempo de latencia* que suele ser corto para los primeros, aunque no siempre, y largo para los segundos, hasta varias generaciones después. Atendiendo a este periodo de latencia, los efectos se han dividido en *precoces*, si aparecen tras días o semanas, siendo en general reversibles (se reparan), o *tardíos*, cuando no se manifiestan hasta meses después de la exposición, en este caso la reparación no se produce.

Según la dosis recibida y la respuesta del organismo, los efectos se dividen en:

a) *Efectos no estocásticos o no aleatorios*: Se producen en todos los individuos, aunque a distintas dosis a partir de un umbral. La gravedad depende del incremento de la dosis, en relación directa. Pertenecen a este grupo casi todos los efectos somáticos precoces y algunos somáticos tardíos.

b) *Efectos estocásticos o aleatorios*: Su probabilidad de aparición es baja. No existe umbral. La dosis recibida influye en la aparición, pero no en la gravedad; a mayor dosis, mayor riesgo. En este grupo se incluyen los efectos genéticos y la carcinogénesis.

En condiciones laborales normales, se reciben, actualmente, dosis bajas de radiación; por lo tanto, es posible encontrar sólo algunos efectos no estocásticos, pero es necesario prestar especial atención a los estocásticos, tanto somáticos como genéticos.

De los efectos estocásticos podemos decir:

1. Algunos autores han calculado pequeñas disminuciones en la duración de la vida para aquellos trabajadores que acumulen siempre la dosis máxima permisible durante toda su vida laboral.

2. La relación entre la exposición a las radiaciones ionizantes y la inducción de cáncer es evidente, como también parece que las condiciones de trabajo correctas disminuyen la incidencia hasta niveles semejantes a la población general.

3. La escasez de datos y de estudios epidemiológicos en seres humanos, es importante a la hora de valorar las alteraciones genéticas radioinducidas, sobre todo con bajas tasas de dosis. La mayoría de las estimaciones se han obtenido a partir de experimentación animal, con todos los problemas de extrapolación a las personas que este hecho acarrea.

2.4. Pantalla de visualización de datos (PVD)

Las pantallas de visualización emiten un espectro electromagnético con cuatro bandas (Figura 3):

- la visible: puede invadir zonas del ultravioleta o del infrarrojo, según el tipo de fósforo empleado para revestir interiormente la pantalla;
- una en ionizante baja: rayos X blandos;
- una en radiofrecuencias: alrededor de la banda del VHF;
- una en frecuencias muy bajas: la de la red eléctrica de alimentación.

Todo lo que expusimos hasta aquí, ¿supone un riesgo para la salud?

1. Radiaciones sónicas

Napoleón tuvo a bien decir que "la música es el menos molesto de los ruidos", pero el ruido no lo percibimos todas las personas de la misma manera. Lo que para nosotros es música *enchufada* en nuestro tocadiscos, para el vecino puede ser un ruido molesto. Así, se entiende por ruido: "sonido no provocado conscientemente, ni querido, y que resulta molesto". En todo caso, todo tiene siempre un límite, y los decibelios también.

Los valores límites de decibelios (dB) están establecidos en función del grado de concentración necesario en el trabajo, no del riesgo de pérdida de audición. Son de 55 dB(A) para las personas que trabajan en programación y diseño, y de 70 dB(A) para el resto del personal (atención al cliente, servicio interno, consultas, etc.).

En las investigaciones hechas en España, resto de Europa y América, los niveles de ruidos medidos no suponen riesgo para la audición de los operadores. Sin embargo un ruido elevado disminuye la efectividad y productividad; además sería deseable hacer estudios sobre la incidencia que puede tener en el cansancio y/o alteraciones psíquicas.

De todos modos se debe generalizar el uso de campanas aislantes en las impresoras de aguja, teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos en las que se instalaron, aunque, como ya dijimos, cada vez se usan menos este tipo de impresoras, que están siendo sustituidas a toda velocidad por las láseres, que también son cada vez más baratas (lo cual es de agradecer).

De las dos fuentes principales de ruido en el ordenador, una de ellas tiene un remedio fácil: los ventiladores usados para disipar el calor, su nivel de ruido podría ser reducido en gran parte si los diseñadores pusieran más atención a la forma de las aspas, la ubicación del escape de calor y el diseño acústico de la unidad de energía. Lo de los discos duros ya tiene peor solución..., cuanto más modernos y más veloces son, son más ruidosos; o se inventa algo que disminuya este ruido o se renuncia a la velocidad, y ésta, en una sociedad en la que cada vez se vive más a prisa, parece una renuncia difícil...

En lo que respecta a los ultrasonidos, en España no hay estudios, pero las mediciones hechas en otros países dieron como valores máximos existentes 68 dB, quedando así dentro de los niveles admitidos para la mayor parte del personal, pero ya al límite de éstos, como podemos observar con respecto a las cifras que tenemos arriba.

2. Radiaciones electromagnéticas

2.1. Dosis

La máxima dosis de radiación admisible por la normativa internacional, procedente de un tubo de rayos catódicos, es de 0'5 milirems/hora (mR/h), (según las unidades de radiación usadas tradicionalmente), o de 0'005 milisieverts/hora (mSv/h), (según las unidades tratadas en el Sistema Internacional de Unidades Físicas, que son las que en 1975 recomendó utilizar el Comité Internacional de Pesos y Medidas), (1 Sv = 100 R), a 5 centímetros de la pantalla, según la CEI-65 (1976) y su primer complemento CEI-65 (1978), la CEE 1, y la UNE 20514-78 (1978) y su primer complemento de 1980.

En la legislación española, el Real Decreto 2519/1982, de 12 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (BOE de 8-10-82), estableció las *dosis equivalentes máximas permisibles* al año (límite de dosis *anual* dado por la suma de las dosis equivalentes resultantes de la exposición externa más las dosis resultantes de la incorporación de radionucleidos), (la *dosis equivalente* es el producto del factor de calidad de una radiación incidente por la dosis absorbida, o sea, es la dosis absorbida teniendo en cuenta el efecto biológico que pueden producir los distintos tipos de radiaciones) (*dosis absorbida* es la energía depositada por la radiación en un elemento de masa de cualquier material):

A. Para las personas profesionalmente expuestas:

A.1. Exposición total y homogénea del organismo: 5 R o 50 mSv; en la actualidad se está intentando disminuir a un tercio de esta dosis.

A.2. Exposición parcial:

A.2.1. Cristalino: (ésta es la dosis que nos interesa especialmente en el tema de las pantallas de ordenadores) en el R.D. de 1982 era de 30 R o 300 mSv, posteriormente, otro R.D. lo modificó en 1987 y otro en 1992, disminuyendo la permisión a 15 R o 150 mSv; y se está intentando disminuir a un tercio de esta dosis.

A.2.2. Piel: 50 R o 500 mSv.

A.2.3. Manos, antebrazos, pies y tobillos: 50 R o 500 mSv.

A.2.4. Cualquier otro órgano o tejido: 50 R o 500 mSv.

A.3. Límites especiales:

A.3.1. Personas menores de 18 años y mayores de 16 (aprendices o estudiantes): 3/10 de los límites anuales anteriores (A.1): 1'5 R o 15 mSv.

A.3.2. Mujeres:

A.3.2.1. Con capacidad de procrear: dosis en abdomen: no mayor de 1'3 R o 13 mSv al trimestre.

A.3.2.2. Gestantes: dosis al feto: no mayor de 1 R o 10 mSv durante toda la gestación.

A.4. Operaciones especiales planificadas: ninguna persona expuesta recibirá una dosis que sobrepase en un año el doble de los límites anteriores (**A.1.**).

B. Para los miembros del público:

B.1. Exposición total y homogénea: 0'5 R o 5mSv (vemos que es 1/10 de los profesionales); actualmente se está intentando disminuir a 1mSv.

B.2. Exposición parcial: 1/10 de los profesionales (puntos del apartado **A.2.**).

B.3. Límites especiales (este apartado no está contemplado en el reglamento, está fijado por los profesionales):

B.3.1. Escolares: 0'1 R o 1 mSv.

B.3.2. Vecinos de zonas controladas o personas que trabajen en ellas: 1'5 R o 15 mSv.

De todos modos, teniendo en cuenta que los efectos estocásticos no tienen umbral de aparición, hay que interpretar con precaución frases como que, dentro de los límites de estas cifras, "existe un riesgo despreciable de sufrir lesiones".

2.2. Investigaciones

2.2.1. Problemas de salud

Un equipo de la sección de Bioelectromagnetismo del Hospital 'Ramón y Cajal' de Madrid, dirigido por Joceline Leal, va en la vanguardia de este tipo de investigaciones desde hace ya años. Sus trabajos experimentales sobre los efectos de las radiaciones débiles en los embriones tuvieron repercusión mundial. Experimentaron sobre embriones de pollos porque sus procesos biológicos en los estadios muy precoces de su desarrollo son muy similares a los de los fetos humanos; otra ventaja es que así se sabe que es el organismo embrionario el que responde a los campos artificiales a los que se le somete, y que no es el organismo de la madre, y, por otro lado, se evita dañar el organismo de la madre. El inconveniente es la extrapolación de estos estudios a los mamíferos y a los humanos. En los resultados de las pruebas realizadas con campos muy débiles se vieron modificaciones en el desarrollo embrionario, que provocaron anomalías morfogénicas y, en algunos casos, muerte embrionaria.

A partir de estas investigaciones se llevaron a cabo

otras, algunas de ellas muy interesantes, con pantallas de visualización de ordenadores. Se hicieron varios estudios epidemiológicos; el último, en California, considerado el más importante, fué realizado sobre 1.500 mujeres embarazadas en una red de hospitales y dió como resultado que las que trabajaban con ordenadores más de 20 horas semanales durante el primer trimestre del embarazo, tenían el doble de abortos de lo normal y, entre sus niños nacidos vivos, aumentaron las malformaciones congénitas.

Parecidos resultados obtuvieron los investigadores del Instituto Karolinska de Suecia trabajando con mamíferos: sometieron a ratas preñadas al mismo tipo de radiaciones débiles, semejantes a las que emiten los ordenadores, obteniendo un aumento de los defectos congénitos.

En España, el Consejo de Seguridad Nuclear realizó un estudio para el Instituto Nacional de la Salud, orientado a analizar el posible riesgo para las operadoras de estos equipos en caso de embarazo. Les dió un resultado de dosis equivalente recibida en abdomen/feto de 0'6 rem/año (dosis equivalente máxima permisible: 1 rem/embarazo).

También en España, la Asociación de Medicina y Seguridad (AMYS) comenzó en 1982 un estudio sobre pantallas de visualización, con dos partes: una de inspección técnica (radiación, ergonomía, organización, iluminación, etc.) y otra de encuesta epidemiológica. Evaluaron dos tipos de pantallas durante 24 horas y en dos ocasiones diferentes; los resultados fueron de unos 0'03 mR/h como media (límite: 0'5 mR/h). Mediciones hechas en otros países señalaron como máximo 0'2 mR/h.

Además se han ido llevando a cabo experimentos variados en otros ámbitos no sanitarios, con campos electromagnéticos similares a los anteriores.

Desde los fabricantes de coches franceses que comprobaron que los circuitos de los sistemas eléctricos de los vehículos pueden ser alterados por las líneas de alta tensión, y los suecos que lo comprobaron con los radares ...

... Hasta los equipos que trabajaron con personas: en Rusia se describieron alteraciones en la temperatura corporal, tensión baja y pulso débil entre los trabajadores de líneas de alta tensión (Korobkova, 1972).

En 1976, en Canadá, una encuesta médica realizada entre los electricistas de la Hydro Quebec reveló que había habido un cambio en el sexo de los hijos de estos trabajadores, pasó de haber tantos niños como niñas a haber seis veces más niños.

En electricistas y otros trabajadores relacionados con la electricidad, Savitz *et al.* (1995) y Theriat *et al.* (1994) realizaron dos importantes estudios. En el primero, de cohortes retrospectivo, se observó un aumento significativo en el riesgo de cáncer de cerebro con el aumento en los años de exposición. En el

segundo, de casos y controles, se demostró un aumento significativo en el riesgo de leucemia.

En Estados Unidos, el trabajo hecho por un equipo de la Universidad de Colorado (Wertheimer y Leeper, 1979), concluyó que los niños de Denver (Colorado) que vivían cerca de transformadores o líneas de alta tensión, corrían dos veces más riesgo de contraer leucemia. Más tarde, volvió a trabajar en Denver un equipo de la Universidad de Carolina del Norte, llegando a idénticas conclusiones que en 1979 (Savitz, 1987).

En Suecia, se constató un crecimiento del número de tumores del sistema nervioso en niños que vivían cerca de instalaciones eléctricas (Tomenius, 1986). También en Suecia, Feychting y Ahlbom (1993) llevaron a cabo un estudio entre 1960 y 1985, llegando a la conclusión de que los niños que estaban sometidos a un mayor nivel de exposición, dependiendo de la distancia entre su vivienda y el tendido eléctrico, registraban entre tres y cuatro veces más riesgo de padecer leucemia.

En Dinamarca se hizo un estudio epidemiológico (Olsen *et al.*, 1993) sobre una muestra de población de 30.000 sujetos, llegándose a la conclusión de que las personas que viven o trabajan cerca de líneas de alta tensión, duplican su probabilidad de padecer tumores cerebrales o leucemias. En niños menores de 15 años, si el campo magnético era alto, tenían un riesgo cinco veces mayor de padecer leucemias, linfomas o tumores del Sistema Nervioso Central (SNC).

En Finlandia (Verkasalo *et al.*, 1993) se llevó a cabo el seguimiento de una cohorte de niños y jóvenes menores de 19 años que vivieron entre 1979 y 1990 debajo de líneas de alta tensión o en un radio de 500 metros, y se concluyó que el riesgo de tener algún tumor en el SNC era 4'2 veces superior a los no expuestos.

Un equipo estadounidense aplicó campos magnéticos a la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, y descubrió un efecto mutagénico de esos campos sobre los cromosomas (Ramírez).

En un centro de investigación del cáncer en San Antonio (Texas) se obtuvo un crecimiento anormal de células cancerígenas irradiadas por ondas electromagnéticas análogas a las producidas por las líneas de alta tensión (Philips).

La irradiación con microondas produce cataratas sobre los ojos de los conejos en una semana. Las ratas agresivas se comportan pacíficamente después de ser irradiadas con el mismo aparato.

Otros estudios hablan desde ruidos extraños que se perciben en la cabeza hasta alteraciones del ritmo cardíaco cuando se está expuesto a una intensidad fuerte de campos electromagnéticos.

2.2.2. Efectos beneficiosos

Investigadores norteamericanos demostraron que la

reparación del ADN se mejora con dosis débiles de radiaciones ionizantes (Kondo).

En laboratorio se obtuvieron datos elocuentes sobre regeneración de tejido nervioso, muscular y vascular.

En España se hicieron investigaciones con monos y se puso de manifiesto que, con la estimulación electromagnética, se puede controlar el sueño y posiblemente otras funciones cerebrales como la agresividad o la inhibición del dolor (Rodríguez Delgado). Otro equipo demostró que, con campos magnéticos, se puede acelerar la consolidación de las fracturas óseas y combatir la artrosis (Carvajal). Y otro equipo desarrolló un interesante trabajo en el tratamiento de infecciones y en la inhibición del desarrollo bacteriano (Monteagudo y Parreño).

El estado de la situación

La densidad electromagnética de nuestro medio ambiente se multiplicó por mil millones en los últimos treinta años.

Pero hay que tener en cuenta que las radiaciones electromagnéticas del medio ambiente no son solamente las artificiales, sino también las que genera la propia naturaleza (cósmicas, terrestres: campo magnético terrestre, atmosféricas: tormentas eléctricas, por inhalación de sustancias radioactivas...). Hasta un 58% de la radioactividad que recibe nuestro organismo tiene su origen en la naturaleza; un 40% corresponde a la medicina nuclear (sobre todo rayos X) y un 2% corresponde a las pruebas atómicas, investigación y plantas nucleares.

El proyecto MARNA (Mapa de Radioactividad Natural), creado por el Consejo de Seguridad Nuclear y la Empresa Nacional de Uranio, en 1991, para conocer la radiación natural en la Península Ibérica, ha elaborado un mapa en el que se registran las dosis en todo el territorio del estado. En él, según los datos publicados en 1996, la Comunidad autónoma de Galicia es la que registró una mayor radioactividad natural, seguida de Castilla y León, Extremadura y Madrid. La provincia de Pontevedra soporta el índice más elevado de radiación natural en Galicia, triplicando las cantidades que afectan a los lugares de la Península con los niveles más bajos.

Pero resulta que es en el interior de nuestros hogares donde estamos sufriendo las dosis más altas de radiación; los estudios epidemiológicos hechos indican que, a mayor número de electrodomésticos, hay más tumores.

También en el trabajo estamos expuestos a la radiación. Es obvio que no es lo mismo estar delante de la pantalla de un ordenador, a 30 centímetros, 5 horas al día y todos los días, que estar delante de la televisión, a 5 metros, 2 horas de vez en cuando.

Prevención y radioprotección

¿Qué hacer cuando habitualmente las innovaciones tecnológicas van por delante de las medidas de prevención, que son *arrastradas* por ellas...?

Hay que aplicar siempre el criterio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), es decir, dosis tan bajas como razonablemente sea posible.

Los sindicatos y asociaciones de trabajadores estadounidenses recomendaban ya hace años, la reducción de la jornada laboral para la gente que trabajaba con videoterminals, y el uso de delantales de plomo para las mujeres embarazadas que trabajaban con ordenadores, fotocopiadoras, etc.

Hoy, los principios básicos de radioprotección son los siguientes:

- No debe producirse práctica radioactiva alguna si no implica un beneficio claro para el ser humano.
- La exposición de los sujetos a las radiaciones ionizantes debe mantenerse tan baja como sea posible.
- Las dosis máximas recibidas por los individuos no pueden superar nunca los límites máximos legislados para cada situación.

La radioprotección implica diferenciar entre lo que significa irradiación externa y contaminación radioactiva (producida por la introducción en el organismo de isótopos radioactivos).

Frente a la radiación externa se deben emplear métodos físicos como la instalación de pantallas que ofrezcan blindaje adecuado al tipo de radiación, o el aumento de distancia entre el foco emisor y el individuo, teniendo en cuenta que la dosis es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Asimismo, como complemento, o cuando no hay otra solución práctica, es necesario el uso de prendas blindadas (delantales, guantes, etc.). También, disminuyendo el tiempo de exposición, se reduce la dosis, ya que es proporcional a la duración de dicha exposición.

La contaminación radioactiva debe combatirse con una serie de medidas preventivas, como por ejemplo:

- locales fácilmente descontaminables,
- ventilación de los locales y control de las emisiones,
- control de la ropa de trabajo,
- utilización de protección respiratoria,
- evitar hábitos negativos.

En general, como método de control de las exposiciones radioactivas, es fundamental conocer los niveles de radiación, con medición directa o con dosimetrías si es técnicamente posible.

Igualmente, se suelen señalar y restringir, según el caso, las diferentes zonas susceptibles de producir exposición a radiaciones ionizantes en los individuos, y se diferencian, según el riesgo, en: zonas vigiladas,

controladas, de permanencia limitada y de acceso restringido; avisando de si el riesgo es por irradiación externa, por contaminación o por ambas.

La OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) llevó a cabo la *Reunión del grupo del proyecto especial sobre los aspectos de la biotecnología que afectan al medio ambiente*, los días 21 y 22 de junio de 1995, en París. En ella, unos investigadores sorprendieron a los asistentes con la información de que un cacto, el *Cereus peruvianus*, originario de Sudamérica y Las Antillas, colocado al lado de las pantallas de los ordenadores y las televisiones, disminuye las radiaciones emitidas por éstas. No se sabe cómo lo hace, pero varios estudios coincidieron en afirmar que sucede así. Quizá la madre naturaleza, siempre sabia, tenga soluciones para sus propios problemas, y, como en otras ocasiones, seamos la especie humana la que hemos roto su eco-equilibrio, aumentando las fuentes de radiaciones y disminuyendo las zonas verdes y su biodiversidad.

Vigilancia del personal trabajador expuesto

Todo el personal trabajador debe ser sometido a exámenes de salud, antes de su contratación y durante su estancia en el centro, al menos con periodicidad anual.

La información obtenida durante las entrevistas no debe ceñirse exclusivamente a la descripción del puesto de trabajo, sino que han de considerarse todas aquellas situaciones anteriores, laborales y no laborales, que puedan incrementar la dosis total recibida hasta ese momento.

Durante la anamnesis es preciso investigar la existencia de enfermedades hereditarias y hematológicas que puedan contraindicar la asignación del puesto de trabajo, y también todas aquellas alteraciones, susceptibles o no de tratamiento, que contribuyan a aumentar el riesgo de enfermar.

El resultado de los exámenes de salud debe guardarse, al menos, durante 30 años.

La entrevista es un excelente momento para incidir en distintos aspectos sobre promoción y protección de la salud, ya sea por interés del propio trabajador, para conservarse sano, o porque los resultados de las distintas exploraciones efectuadas así lo aconsejen.

Futuro

A pesar de los años de investigación y la cantidad de estudios realizados, aún no se llegó a conclusiones definitivas. Existen resultados contradictorios. La investigación debe ser prolongada y cuidadosa, pero al mismo tiempo es necesario acelerar resultados y conclusiones, por el bien de todos... Por otro lado, (es

bueno ser realista), hay más dinero en empresas que producen radiaciones que en grupos de investigación, y el dinero es poder, aunque no conviene olvidar que también lo es la información, y una sociedad bien informada, reclamará su derecho a la salud.

Ahora, con los biomarcadores, o marcadores biológicos, se está abriendo ya un interesante campo de investigación, que puede empezar a dar resultados en un futuro no muy lejano, acelerando el tiempo de detección de alteraciones en personas que han sufrido una exposición ambiental de riesgo, de manera que estas alteraciones sean aún reversibles o, incluso, cuando aún no se hayan producido pero sean previsibles por los resultados obtenidos con los biomarcadores.

Se podrán saber entonces los efectos de los factores de riesgo sobre una población. Aunque hay que tener presente siempre la capacidad de reacciones individuales distintas, de cada organismo, ante los mismos factores de riesgo.

Y, ya para acabar, sería bueno hacer una llamada a la ética profesional y a la honestidad personal, porque, posiblemente, a los seres humanos nos va a costar trabajo aceptar que unos recursos que ELEVAN mucho nuestro NIVEL de vida, pueden estar DISMINUYENDO nuestra CALIDAD de vida.

Marco Legislativo

A. Unión Europea

- Directiva 84/466 Euratom, del Consejo, de 3 de septiembre de 1984, por la que se establecen las medidas fundamentales relativas a la protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos. (Diario Oficial de las Comunidades Europeas serie L, nº 265, de 5-10-84).

* Directiva 97/43 Euratom, del Consejo, de 30 de junio de 1997, relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/CEE, Euratom.

- Directiva 96/29 Euratom, del Consejo, de 13 de mayo de 1996. Normas básicas de protección sanitaria de trabajadores y población contra riesgos de las radiaciones ionizantes.

- Directiva 95/27/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 1995, por la que se modifica la Directiva 86/662/CEE relativa a la limitación de las emisiones sonoras de las palas hidráulicas, de las palas de cables, de las topadoras frontales, de las cargadoras y de las palas cargadoras. (DOCE serie L, nº 168, de 18-7-95).

Observaciones: Excluye a las máquinas de explotación de potencia superior a 500 KW que se utilizan en minas y canteras de la aplicación de la Directiva 86/662/CEE.

- Síntesis de estudios sobre métodos realistas de evaluación de las emisiones radioactivas debido a fallos en los edificios auxiliares/espacios anulares. Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil. Título 95/C 203/08. Procedimiento abierto. (DOCE serie C, nº 203, de 8-8-95).

- Acuerdo de cooperación entre la Comunidad Europea de la Energía Atómica y Estados Unidos de América en el ámbito de los usos pacíficos de la energía nuclear. (DOCE serie L, nº 120, de 20-5-96).

- Decisión de la Comisión, de 17 de octubre de 1996, sobre la aplicación del artículo 2 de la Directiva 77/311/CEE, del Consejo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonoro en los oídos de los conductores de tractores agrícolas o forestales de ruedas. (DOCE serie L, nº 282, de 1-11-96).

- Decisión de la Comisión, de 16 de abril de 1997, sobre el reconocimiento de procedimientos de certificación de conformidad con el artículo 12 del Reglamento 1836/93/CEE, del Consejo, de 29 de junio de 1993, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS). (DOCE serie L, nº 104, de 22-4-97).

Texto pertinente a los fines del EEE.

* Decisión de la Comisión, de 16 de abril de 1997, sobre el reconocimiento de la norma internacional ISO 14001:1996 y de la norma europea EN ISO 14001:1996 que establecen especificaciones para sistemas de gestión medioambiental de conformidad con el artículo 12 del Reglamento 1836/93/CEE, del Consejo, de 29 de junio de 1993, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS). (DOCE serie L, nº 104, de 22-4-97).

- Propuesta de Directiva del Consejo relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. (DOCE serie L, nº 129, de 25-4-97).

- Resolución del Consejo, de 7 de octubre de 1997, sobre la redacción, aplicación y cumplimiento del derecho comunitario en materia de medio ambiente. (DOCE serie C, nº 321/1, de 22-10-97).

- Resolución del Consejo, de 7 de octubre de 1997, sobre los acuerdos en materia de medio ambiente.

(DOCE serie C, nº 321/6, de 22-10-97).

- Decisión 98/181/CE, CECA, Euratom, del Consejo y de la Comisión, de 23 de septiembre de 1997, relativa a la conclusión, por parte de las Comunidades Europeas, del Tratado sobre la Carta de la Energía y el Protocolo de la Carta de la Energía sobre la eficacia energética y los aspectos medioambientales relacionados. (DOCE serie L, nº 69, de 9-3-98).

- Rectificación a la Directiva 96/82/CE del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (DO L 10 de 14-1-1997). (DOCE serie L, nº 73, de 12-3-98).

- Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre ruido emitido por las máquinas utilizadas al aire libre. (DOCE serie C, nº 124, de 22-4-98).

B. Estado

- Ley 25/1964, de 29 de abril, reguladora de la energía nuclear. (Boletín Oficial del Estado de 4-5-64).
Modificación: Corrección de erratas en BOE de 6-5-64.

- Decreto 2177/1967, de 22 de julio, reglamento de cobertura de riesgos nucleares. (BOE de 18-9-67).

- Decreto 2869/1972, de 21 de julio, reglamento sobre instalaciones nucleares y radioactivas. (BOE de 24-10-72).

- Ley 15/1980, de 22 de abril, creación del Consejo de Seguridad Nuclear. (BOE de 25-4-80).

- Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio. Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.

- Real Decreto 2519/1982, de 12 de agosto, reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. (BOE de 8-10-82).

Modificación: Real Decreto 1753/1987, de 25 de noviembre. Modificación parcial del reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. (BOE de 15-1-88).

Modificación (derogación de ambos): Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. (BOE de 12-2-92).

- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en las máquinas y sus modificaciones.

- Orden de 18 de octubre de 1989. Supresión de exploraciones radiológicas sistemáticas en análisis de salud preventivos.

- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

- Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.

- Real Decreto 1891/1991, de 30 de diciembre, sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico. (BOE de 3-1-92).

* Decreto 445/1994, de 11 de marzo. Ampliación de plazo de Disposiciones Transitorias 4ª y 5ª del R.D. 1891/1991.

- Resolución de 5 de noviembre de 1992, del CSN (Consejo de Seguridad Nuclear). Homologación de cursos o programas para dirección y operación de instalaciones de Rayos X con fines diagnósticos, y acreditación directa del personal ejerciendo dichas funciones.

- Real Decreto 158/1995, de 3 de febrero, sobre protección física de los materiales nucleares. (BOE nº 54, de 4-3-95).

- Real Decreto 637/1995, de 21 de abril, sobre traspaso de funciones de la Administración a la Comunidad Autónoma de Extremadura en materia de instalaciones radioactivas de segunda y tercera categorías. (BOE nº 117, de 17-5-95).

- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial. (BOE nº 32, de 6-2-96).

Observaciones: Tiene relación con el Real Decreto 85/1996, de 26 de enero (ecoauditorías y ecogestión) y en él se habla de los verificadores ambientales.

Modificación: Corrección de erratas en BOE nº 57, de 6-3-96.

* Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial. (BOE nº 100, de 26-4-97).

- Real Decreto 85/1996, de 26 de enero, por el que se establecen normas para la aplicación del Reglamento 1836/93/CEE, del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema

comunitario de gestión y auditoría medioambientales. (BOE nº 21, de 21-2-96).

- Real Decreto 1904/1996, de 2 de agosto, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Cantabria en materia de instalaciones radioactivas de segunda y tercera categorías. (BOE nº 218, de 9-9-96).

- Real Decreto 1903/1996, de 2 de agosto, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Cantabria en materia de industria, energía y minas. (BOE nº 218, de 9-9-96).

- Real Decreto 2501/1996, de 5 de diciembre, en materia de instalaciones radioactivas de segunda y tercera categoría. (BOE nº 13, de 15-1-97).

- Real Decreto 2502/1996, de 5 de diciembre, en materia de industria y energía. (BOE nº 13, de 15-1-97).

- Real Decreto 2505/1996, de 5 de diciembre, en materia de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. (BOE nº 13, de 15-1-97).

- Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. (BOE nº 91, de 16-4-97).

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización de datos.

- Real Decreto 664/1997. Exposición a agentes biológicos.

- Real Decreto 665/1997. Exposición a agentes cancerígenos.

C. Comunidades Autónomas

Andalucía:

- Orden de 23 de febrero de 1996, que desarrolla el Decreto de 20 de febrero de 1996, que aprueba el Reglamento de la calidad del aire en materia de medición, evaluación y valoración de ruidos y vibraciones. (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía

nº 30, de 7-3-96).

Modificación: Corrección de errores en BOJA nº 48, de 23-4-96.

Asturias:

- Decreto 835/1995, de 30 de mayo, de traspaso de funciones y servicios del Estado en materia de instalaciones radioactivas de segunda y tercera categorías. (Boletín Oficial del Principado de Asturias nº 156, de 7-7-95).

Canarias:

- Decreto 2466/1996, de 2 de diciembre, sobre el traspaso de funciones y servicios del Estado en materia de instalaciones radioactivas de segunda y tercera categorías. (Boletín Oficial de Canarias nº 164, de 20-12-96).

- Decreto de 30 de septiembre de 1997, por el que se designa el órgano competente para el cumplimiento de las funciones previstas en el Reglamento CEE 1836/1993 relativo a las auditorías ambientales. (BOC nº 136 y 137, de 20 y 22 - 10 - 97).

Cantabria:

- Decreto 1/1997, de 9 de enero. Comisión Regional de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. Creación. (Boletín Oficial de Cantabria de 15-1-97).

Castilla-La Mancha:

- Decreto 378/1995, de 10 de marzo, sobre ampliación y adaptación de funciones y servicios de la Administración del Estado traspasados a la Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha en materia de industria y energía. (Diario Oficial de Castilla la Mancha nº 23, de 12-5-95).

Castilla y León:

- Decreto 3/1995, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones que deberán cumplir las actividades clasificadas, por sus niveles sonoros o sus vibraciones. (Boletín Oficial de Castilla y León nº 11, de 17-1-95).

Extremadura:

- Decreto 19/1997, de 4 de febrero. Ruidos. Reglamentación de ruidos y vibraciones. (Diario Oficial de Extremadura, de 11-2-97).

Galicia:

- Decreto 90/1996, de 26 de enero, de traspaso de funciones y servicios del Estado en materia de instalaciones radioactivas de segunda y tercera categorías. (Diario Oficial de Galicia nº 42, de 28-2-96).

- Ley 7/1997, de 11 de agosto. Protección contra la Contaminación acústica. (DOG nº 159, de 20-8-97).

Madrid:

- Decreto 42/1995, de 25 de mayo, por el que se adscriben las competencias, funciones y servicios estatales transferidos en materia de industria. (Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº 130, de 2-6-95).

D. Otra normativa legal de interés

a. Unión Europea

- Propuesta de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la revisión del Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible 'Hacia un desarrollo sostenible'. (DOCE serie C, nº 140, de 11-5-96).

* Propuesta modificada de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la revisión del Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible 'Hacia un desarrollo sostenible'. (DOCE serie C, nº 28, de 29-1-97).

* Dictamen del Comité de las Regiones sobre la Propuesta de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la revisión del Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible 'Hacia un desarrollo sostenible'. (DOCE serie C, nº 34, de 3-2-97).

* Decisión de la Comisión de 24 de febrero de 1997, relativa a la creación de un Foro consultivo europeo en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. (DOCE serie L, nº 58, de 27-2-97).

Texto pertinente a los fines del EEE.

* Posición común (CE) nº 20/97, de 17 de abril de 1997, aprobada por el Consejo de conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 189 B del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, con vistas a la adopción de una Decisión del Parlamento

Europeo y del Consejo relativa a la revisión del Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible 'Hacia un desarrollo sostenible'. (DOCE serie C, nº 157, de 24-5-97).

* Reglamento (CE) nº 722/97 del Consejo, de 22 de abril de 1997, relativo a acciones realizadas en los países en desarrollo en el ámbito del medio ambiente en una perspectiva de desarrollo sostenible. (DOCE serie L, nº 108, de 25-4-97).

* Decisión de la Comisión de 16 de mayo de 1997, por la que se nombra a los miembros del foro consultivo europeo en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. (DOCE serie L, nº 131, de 23-5-97).

Texto pertinente a los fines del EEE.

- Título 96/C 157/01. Cómo presentar una reclamación al Defensor del Pueblo Europeo. (DOCE serie C, nº 157, de 1-6-96).

- Reglamento CE 1404/96 del Consejo, de 15 de julio de 1996, que modifica el Reglamento CE 1973/92, por el que se crea un instrumento financiero para el medio ambiente (LIFE). (DOCE serie L, nº 181, de 20-7-96).

- Propuesta de Decisión del Consejo sobre un programa comunitario de fomento de las organizaciones no gubernamentales que actúan principalmente en el campo de la protección del medio ambiente. (DOCE serie C, nº 104, de 3-4-97).

* Propuesta modificada de Decisión del Consejo sobre un programa comunitario de fomento de las organizaciones no gubernamentales que actúan principalmente en el campo de la protección del medio ambiente. (DOCE serie C, nº 104, de 3-4-97).

* Decisión del Consejo, de 16 de diciembre de 1997, sobre un programa comunitario de fomento de las organizaciones no gubernamentales dedicadas principalmente a la protección del medio ambiente. (DOCE serie L, nº 354, de 30-12-97).

- Dictamen del Comité de las Regiones sobre el tema 'Cambio Climático y energía'. (DOCE serie C, nº 379, de 15-12-97).

b. Estado

- Real Decreto 540/1995, de 7 de abril, por el que se establece el título de Técnico Superior en Salud Ambiental y las correspondientes enseñanzas mínimas. (BOE nº 138, de 10-6-95).

- Real Decreto 552/1995, de 7 de abril, por el que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Salud Ambiental. (BOE nº 138, de 10-6-95).

- Resolución de 5 de mayo de 1995, de la Secretaría de Estado de Interior, por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo sísmico. (BOE nº 124, de 25-5-95).

- Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestres (CITES) hecho en Washington el 3 de marzo de 1973, publicado en el Boletín Oficial del Estado de 30 de julio de 1986 y 19 de agosto de 1991, modificaciones a los apéndices I, II y III, aprobadas en la Novena Reunión de las Partes en Fort Lauderdale (Estados Unidos de América) del 7 al 18 de noviembre de 1994 y enmienda al Apéndice III. (BOE nº 50, de 27-2-96).

Modificación: Corrección de errores en BOE nº 104, de 30-4-96.

* Real Decreto 1739/1997, de 20 de noviembre, sobre medidas de aplicación del Convenio sobre Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), hecho en Washington el 3 de marzo de 1973, y del Reglamento (CE) 338/97 del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativo a la protección de especies de la fauna y flora silvestres mediante el control de su comercio. (BOE nº 285, de 28-11-97).

Bibliografía

1. AA.VV. *Libro de ponencias y comunicaciones de las Jornadas Hispano-Lusas de Medicina del Trabajo*. Santiago de Compostela: Sociedade Galega de Medicina e Seguridade no Traballo; 1992.
2. AA.VV. *Libro de ponencias e comunicacións do III Congreso Galego-Portugués de Medicina do Traballo*. Santiago de Compostela: Sociedade Galega de Medicina e Seguridade no Traballo; 1995.
3. AA.VV. *Libro de ponencias e comunicacións do Congreso Galego de Saúde Laboral*. Vigo: Confederación Intersindical Galega; 1994.
4. Académie des Sciences de l'URSS. *L'homme, la société, l'environnement*. Moscú: Progrès; 1975.
5. Agencia Efe. Aplicaciones del Proyecto MARNA. *El Correo Gallego* 21 Ago 1996, 19 (col 5).
6. Agencia Efe. Galicia registra el mayor nivel de radioactividad natural de España. *El Correo Gallego* 21 Ago 1996, 19 (col 1-4).
7. Ahlbom A, Feychting M, Koskenvuo M, Olsen JH, Pukkala E, Schulgen G *et al*. Electromagnetic fields and childhood cancer [carta]. *Lancet* 1993;342(8882):1295-6.
8. Alfonso JL, Cortina P, Talamante S, Cortina S, Giménez FJ. Campos electromagnéticos y Salud Pública. *Med Integr* 1993;21(6):235-8.

9. Anderson LE. ELF: exposure levels, bioeffects, and epidemiology. *Health Phys* 1991;61(1):41-6.
10. Asociación de Medicina Y Seguridad. *La problemática actual de los campos electromagnéticos en las actividades de producción, transporte y distribución de electricidad*. Madrid: AMYS; 1993.
11. Band P *et al.* *Occupational Cancer Epidemiology*. Berlín: Springer-Verlag; 1990.
12. Bennett WR. Cancer and power lines. *Physics Today* Apr 1994.
13. Blackman CF, Benane SG, House DE. The influence of temperature during electric and magnetic field induced alteration of calcium-ion release from in vitro brain tissue. *Bioelectromagnetics* 1991;12(3):173-82.
14. Cartwright RA. Low frequency alternating electromagnetic fields and leukaemia: the saga so far. *Br J Cancer* 1989;60(5):649-51.
15. Castejón E, Chavarría R, Fernández de Pinedo I, Fraile A, Guasch J, Nogareda C, Oncins M, Pérez F, Royo S, Tamborero JM. *Condiciones de trabajo y salud*. 2 ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 1990.
16. Checkoway H, Pearce NE, Crawford-Brown DJ. *Research methods in occupational epidemiology*. New York: Oxford University Press; 1989.
17. Coggle JE. *Biological effects of radiation*. 2 ed. Londres: Taylor & Francis; 1983.
18. Commission of the European Communities. *Radiation protection*. Luxemburgo: CEC; 1987.
19. Consejo de Seguridad Nuclear. *Radiación: dosis, efectos, riesgos. Programa ONU de Medio Ambiente*. Madrid: CSN; 1987.
20. Cortina-Canal R. Alteraciones de la salud por campos magnéticos y líneas de alta tensión (Revisión bibliográfica). *Cent Salud* 1994;2(6):499-505.
21. Cullen MR, Redlich CA. Significance of individual sensitivity to chemicals: elucidation of host susceptibility by use of biomarkers in environmental health research. *Clin Chem* 1995;41(12):1809-13.
22. Department of Energy. *Human Radiation Experiments* [sitio en Internet]. Washington, DC: U.S. Government; 1995. Disponible en: <<http://tis.eh.doe.gov/ohre>>. Acceso el 8 octubre 1998.
23. Electricité de France. *Irradiation due aux terminaux à écran*. Paris: EF; 1982.
24. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1993;138(7):467-81.
25. Floderus B, Persson T, Stenlund C *et al.* Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: a case-control study in Sweden. *Cancer Causes Control* 1993;4:465-76.
26. Floderus B, Tornqvist S, Stenlund C. Incidence of selected cancers in Swedish railway workers. *Cancer Causes Control* 1994;5:189-94.
27. Gamberale F, Olson BA, Eneroth P, Lindh T, Wennberg A. Acute effects of ELF electromagnetic fields: a field study of linesmen working with 400 kV power lines. *Br J Ind Med* 1989;46(10):729-37.
28. Gamberale F. Physiological and psychological effects of exposure to extremely low-frequency electric and magnetic fields on humans. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16 supl 1:51-4.
29. Gestal JJ, ed. *Riesgos del trabajo del personal sanitario*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana; 1993.
30. Goodman R, Shirley-Henderson A. Exposure of cells to extremely low-frequency electromagnetic fields: relationship to malignancy? *Cancer Cells* 1990;2(11):355-9.
31. Goodman R, Wei LX, Xu JC, Henderson A. Exposure of human cells to low-frequency electromagnetic fields results in quantitative changes in transcripts. *Biochim Biophys Acta* 1989;1009(3):216-20.
32. Harrison L. *Suplemento del manual de auditoria medioambiental, higiene y seguridad*. Madrid: McGraw-Hill; 1997.
33. Heroux P. A dosimeter for assessment of exposures to ELF fields. *Bioelectromagnetics* 1991;12(4):241-57.
34. Hulka BS, Wilcosky TC, Griffith JD. *Biological markers in epidemiology*. New York: Oxford University Press; 1990.
35. Jensen JK, Jorgen H, Folkersen E. Assessment of exposure to EMF in a Danish case-control study of childhood cancer. *Rev Environ Health* 1994;10:187-94.
36. Johns HE, Cunningham JR. *The physics of radiology*. 4 ed. Springfield: Ch C Thomas; 1983.
37. Jokela K, Aaltonen J, Lukkarinen A. Measurements of electromagnetic emissions from video display terminals at the frequency range from 30 Hz to 1 MHz. *Health Phys* 1989;57(1):79-88.
38. Juutilainen J. Effects of low-frequency magnetic fields on embryonic development and pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1991;17(3):149-58.
39. Kavet R, Tell RA. VDTs: field levels, epidemiology, and laboratory studies. *Health Phys* 1991;61(1):47-57.
40. Kelsey JL, Thompson WD, Evans AS. *Methods in observational epidemiology*. New York: Oxford University Press; 1986.
41. Krause M, Westneat D. Possible link to cancer fuels debate regarding effects of magnetic fields. *Occup Health Saf* 1991;60(9):28-30.
42. Kristensen TS. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literatura on nonchemical factors. *Scand J Work Environ Health* 1989;15(3):165-79.
43. Lalonde M. *Nouvelle perspective de la santé des canadiens. Un document de travail*. Ottawa (Canadá): Ministère de la Santé Nationale et du Bien-être Social; 1974.
44. Larsen AI. Congenital malformations and exposure

to high-frequency electromagnetic radiation among Danish physiotherapists. *Scand J Work Environ Health* 1991;17(5):318-23.

45. Legislación Ambiental de la Unión Europea. Disponible en: <<http://europa.eu.int>>. Acceso el 8 octubre 1998.

46. Lerchl A, Nonaka KO, Stokkan KA, Reiter RJ. Marked rapid alterations in nocturnal pineal serotonin metabolism in mice and rats exposed to weak intermittent magnetic fields. *Biochem Biophys Res Commun* 1990;169(1):102-8.

47. Levin M. *Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid: McGraw-Hill; 1997.

48. Lin JC. Perspectives on health effects of electric and magnetic fields. *Percept Mot Skills* 1991;72(1):249-50.

49. Links JM, Kensler TW, Groopman JD. Biomarkers and mechanistic approaches in environmental epidemiology. *Annual Rev Public Health* 1995;16:83-103.

50. Livingston GK, Witt KL, Gandhi OP, Chatterjee I, Roti Roti JL. Reproductive integrity of mammalian cells exposed to power frequency electromagnetic fields. *Environ Mol Mutagen*, 1991;17(1):49-58.

51. London SJ, Thomas DC, Bowman JD *et al*. Exposure to residential and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am J Epidemiol* 1991;134:923-37.

52. Lowry S. Housing and health: Electromagnetic radiation in homes. *BMJ* 1989;299(6714):1517-8.

53. Maceiras L, Barros X, Aguiar MR. Pantallas e radiacións. *Libro de ponencias e comunicacións das I Xornadas Galegas de Medicina Preventiva Hospitalaria*. Lugo: Complejo Hospitalario Xeral-Calde; 1991.

54. Marqués F. Cáncer y ocupación: aportación de la epidemiología molecular. *Mapfre Med* 1997;8:132-41.

55. Matanoski GM, Elliot EA, Breyse PN, Lynberg MC. Leukemia in telephone linemen. *Am J Epidemiol* 1993;137:609-19.

56. McLean JR, Stuchly MA, Mitchel RE, Wilkinson D, Yang H, Goddard M, Lecuyer DW, Schunk M, Callary E, Morrison D. Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60-Hz magnetic field: II, Tumor development and immune response. *Bioelectromagnetics* 1991;12(5):273-87.

57. McMahan S *et al*. Depressive symptomatology in women and residential proximity to high-voltage transmission lines. *Am J Epidemiol* 1994;139(1):58-63.

58. Meyer JJ *et al*. La fatigue oculaire engendrée par le travail sur écrans de visualisation. *Med Soc Prev* 1978;23:295-6.

59. Meyer RE, Aldrich TE, Easterly CE. Effects of noise and electromagnetic fields on reproductive outcomes. *Environ Health Perspect* 1989;81:193-200.

60. Melino C, Melino G, Azzaro GP. Il lavoro ai video-terminali. *Clin Ter* 1991;139(3-4):121-35.

61. Ministère de la Santé Nationale et du Bien-être

Social. *Investigation sur les rayonnements issus des terminaux à écran cathodique*. Ottawa (Canada): MSNBS; 1983.

62. Ministerio de Sanidad y Consumo. *Protección radiológica*. Madrid: MSC; 1988.

63. Monson RR. Epidemiology and exposure to electromagnetic fields. *Am J Epidemiol* 1990;131(5):774-5.

64. Moss CE *et al*. A report on electromagnetic radiation surveys of video display terminals. *Dhew-Niosh* 1977;78:129.

65. Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. *BMJ* 1993;307:891-5.

66. Peña JA, Sanz M. *Enfermería. Manual de Salud Laboral*. Madrid: Olalla; 1996.

67. Piédrola G, *et al*. *Medicina Preventiva y Salud Pública*. Barcelona: Masson/Salvat; 1991.

68. Pool R. Electromagnetic fields: the biological evidence. *Science* 1990;249:1378.

69. Repacholi MH. Cancer from exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields a major scientific debate. *Australas Phys Eng Sci Med* 1990;13(1):4-17.

70. Rigenbach CH. Travail sur terminal d'ordinateur à écran cathodique. *Rev Med Trav* 1978;6(3):127-35.

71. Rodríguez JM *et al*. Efectos biológicos de los campos electromagnéticos. *Informes 3, 4 y 6*, 1983 y 1984.

72. Roth BJ, Cohen LG, Hallett M. The electric field induced during magnetic stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991;43(supl):268-78.

73. Saffer JD *et al*. Cancer risk and electromagnetic fields. *Nature* 1985;375:22.

74. Sancho M, López E. Campos electromagnéticos y salud. *Rev Esp Fis* 1995;9(3):21-7.

75. Sanz-Gallén P, Izquierdo J, Prat A. *Manual de Salud Laboral*. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 1995.

76. Savitz D. Non ionizing radiation. In: *International Workshop: Setting priorities in Environmental Epidemiology*; 1993 Jan 28-30; Rome, Italy. Copenhagen: World Health Organization; 1993. (ICP/CEH 301/9).

77. Savitz DA, Calle EF. Leukemia and occupational exposure to electromagnetic fields: review of epidemiological surveys. *J Occup Med* 1987;29:47-51.

78. Savitz DA, Feingold L. Association of childhood cancer with residential traffic density. *Scand J Work Environ Health* 1989;15(5):360-3.

79. Savitz DA, Kaune WT. Childhood cancer in relation to a modified residential wire code. *Environ Health Perspect* 1993;101(1):76-80.

80. Savitz DA, Loonis DP. Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. *Am J Epidemiol* 1995;141:123-34.

- 81.** Savitz DA, Pearce NE, Poole C. Methodological issues in the epidemiology of electromagnetic fields and cancer. *Epidemiol Rev* 1989;11:59-78.
- 82.** Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA *et al.* Case-control study of childhood cancer and exposure to 60 Hz magnetic fields. *Am J Epidemiol* 1988;128:21-38.
- 83.** Saypol JM, Roth BJ, Cohen LG, Hallett M. A theoretical comparison of electric and magnetic stimulation of the brain. *Ann Biomed Eng* 1991;19(3):317-28.
- 84.** Scandurra G. Livelli di campo elettromagnetico nelle vicinanze di apparati terapeutici a RF (radiofrecuencia) e MW (microondas). *Med Lav* 1989;80(4):335-40.
- 85.** Schnorr TM, Grajewski BA, Hornung RW, Thun MJ, Egeland GM, Murray WE, Conover DL, Halperin WE. Video display terminals and the risk of spontaneous abortion. *Engl J Med* 1991;324(11):727-33.
- 86.** Schriber GH *et al.* Cancer mortality and residence near electricity transmission equipment: A retrospective cohort study. *Int J Epidemiol* 1993;22:9-15.
- 87.** Schulte PA. Biomarkers in epidemiology: scientific issues and ethical implications. *Environ Health Perspect* 1992;98:143-7.
- 88.** Spilker B, ed. *Quality of life assessments in clinical trials*. New York: Raven Press; 1990.
- 89.** Stuchly MA. Applications of time-varying magnetic fields in medicine. *Crit Rev Biomed Eng* 1990;18(2):89-124.
- 90.** Stuchly MA, Kozlowski JA, Symons S, Lecuyer DW. Measurements of contact currents in radiofrequency fields. *Health Phys* 1991;60(4):547-57.
- 91.** Stuchly MA, Lecuyer DW, McLean J. Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60-Hz magnetic field: I, Experimental design and exposure system. *Bioelectromagnetics* 1991;12(5):261-71.
- 92.** Talamante S, Cortina S, Cortés C. Campos electromagnéticos y aborto espontáneo. *Med Integr* 1993;22(7):332-3.
- 93.** Theriat G, Goldberg M, Miller AB *et al.* Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France: 1970-1989. *Am J Epidemiol* 1994;139:550-72.
- 94.** Thériault G. Cancer risks due to exposure to electromagnetic fields. In: Band P *et al.* *Occupational Cancer Epidemiology*. Berlín: Springer-Verlag; 1990. p. 166-80.
- 95.** Tornqvist S, Knave B, Ahlbom A, Persson T. Incidence of leukaemia and brain tumours in some 'electrical occupations'. *Br J Ind Med* 1991;48(9):597-603.
- 96.** Trappier A, Lorio P, Johnson LP. Evolving perspectives on the exposure risks from magnetic fields. *J Natl Med Assoc* 1990;82(9):621-4.
- 97.** Tynes T, Jynge H, Vistnes AI. Leukemia and brain tumors in Norwegian railway workers, a nested case-control study. *Am J Epidemiol* 1994;139:645-53.
- 98.** Unión General de Trabajadores. *Guía técnica para el trabajo ante pantallas de datos*. Madrid: UGT; 1986.
- 99.** Verkasalo P, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV *et al.* Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *BMJ* 1993;307:884-5.
- 100.** Walsh ML, Harvey SM, Facey RA, Mallette RR. Hazard assessment of video display units. *Am Ind Hyg Assoc J* 1991;52(8):324-31.
- 101.** Weiss MM, Petersen RC. Electromagnetic radiation emitted from video computer terminals. *Am Ind Hyg Assoc J* 1979;4(40):300-9.
- 102.** Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979;109:273-84.
- 103.** Wertheimer N, Leeper E. Fetal loss associated with two seasonal sources of electromagnetic field exposure. *Am J Epidemiol* 1989;129(1):220-4.
- 104.** Weston HC. Visual fatigue. *Illuminating Engineering* 1974;49:63-76.
- 105.** Working group of the International agency for research of cancer. Extremely low-frequency electric and magnetic fields and risk of human cancer. *Bioelectromagnetics* 1990;11:91.
- 106.** World Health Organization. Nonionizing radiation. In: WHO. *Concern for Europe's tomorrow*. Copenhagen: WHO; 1995. p. 315-30.