

Septiembre

2013

COLEGIO OFICIAL
DE MÉDICOS DE BARCELONA

COLLEGI
OFICIAL DE METGES
DE BARCELONA

Edita:

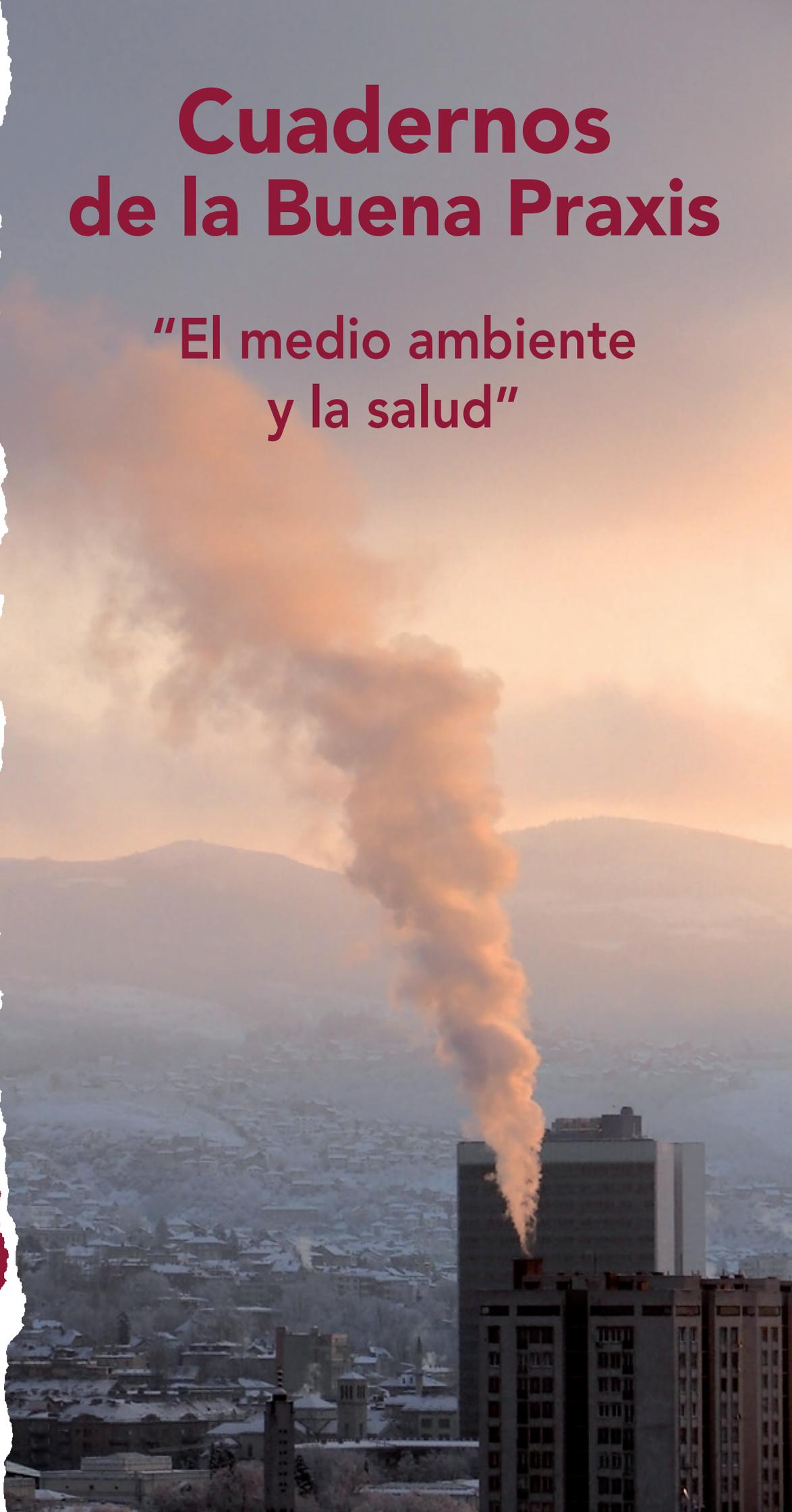


CENTRO DE ESTUDIOS COLEGALES
Colegio Oficial de Médicos de Barcelona

Cuadernos de la Buena Praxis

“El medio ambiente
y la salud”

30



Expertos redactores de este cuaderno

Equipo redactor: Centro de Análisis y Programas Sanitarios (CAPS)

Este *Cuaderno* es un resumen de los dos informes elaborados por el Grupo de Medio Ambiente y Salud (GMAS) del CAPS en los años 2010 y 2011 por encargo del Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible (CADS) de la Generalitat de Catalunya y se ha adaptado a la estructura editorial de los *Cuadernos de la Buena Praxis*.

Coordinador: Josep Martí Valls. Doctor en Medicina. Coordinador del Grupo de trabajo de Medio Ambiente y Salud (GMAS) del Centro de Análisis y Programas Sanitarios.

Carme Valls Llobet. Licenciada en Medicina. Vicepresidenta del Centro de Análisis y Programas Sanitarios.

Clara Mestres Miserachs. Licenciada en Biología. Miembro del Grupo de trabajo de Medio Ambiente y Salud del Centro de Análisis y Programas Sanitarios.

Marc Homs Vallès. Licenciado en Biología. Miembro del Grupo de trabajo de Medio Ambiente y Salud del Centro de Análisis y Programas Sanitarios.

Expertos revisores y asesores de este cuaderno

Pilar Arrizabalaga Clemente. Secretaria de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona.

Enric Aulí Medallo. Doctor en Farmacia. Director de servicios de intervención e innovación ambiental. Ayuntamiento de Barcelona. Profesor asociado. Universidad Politécnica de Cataluña.

Ferran Ballester Díez. Coordinador del área de investigación en Ambiente y Salud. Centro Superior de Investigación en Salud Pública (CSISP). Consejería de Sanidad. Generalitat Valenciana.

Francisca López Crespí. Médico especialista en Medicina del Trabajo. Área de Asistencia Técnica en Prevención de Riesgos Laborales. Centro de Seguridad y Salud Laboral de Barcelona del Departamento de Empresa y Ocupación. Generalitat de Catalunya.

Julián Márquez Sánchez. Neurólogo y neurofisiólogo clínico. Ex jefe de Sección de neurofisiología. Hospital Universitario de Bellvitge. Bellvitge (Barcelona).

Eduard Rodríguez-Farré. Doctor en Medicina, farmacólogo y radiobiólogo. Profesor de fisiología y farmacología. CIBER de Epidemiología y Salud Pública. Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona. CSIC-IDIBAPS.

Comité editorial de los Cuadernos de la Buena Praxis

Miquel Vilardell Tarrés. Presidente del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona.

Ramon Pujol Farriols. Vocal octavo de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona.

Jordi Craven-Bartle Lamote de Grignon. Vocal sexto de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona.

Marius Morlans Molina. Presidente de la Comisión Deontológica del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona.

Alex Ramos Torre. Director del Centro de Estudios Colegiales del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona.

Edita

Centro de Estudios Colegiales. COLEGIO OFICIAL DE MÉDICOS DE BARCELONA.

Paseo de la Bonanova, 47. 08017 Barcelona. e-mail: cecfmc@comb.cat

Dirección editorial: Alex Ramos Torre • Coordinación editorial: Raquel Dolado Murillo.

Cuadernos de la Buena Praxis es una publicación periódica del COMB, editada por su Centro de Estudios Colegiales desde 1991 y caracterizada por ser:

- Una acción de Formación Médica Continuada que promueve el Desarrollo Profesional de los médicos en beneficio de los ciudadanos.
- Una Guía de Práctica Clínica que fomenta la Buena Praxis y la prevención de riesgos profesionales.
- Una herramienta del ámbito medicolegal que protege al mismo tiempo al ciudadano y al profesional de la medicina.

© 2013 Centro de Estudios Colegiales. COLEGIO OFICIAL DE MÉDICOS DE BARCELONA. No se puede reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema recuperable, ni transmitirla por ningún medio electrónico, mecánico, fotocopiado, en discos, ni de cualquier otra forma, sin la previa autorización por escrito del propietario del copyright.

Coordinación gráfica, diseño e impresión:

AMBIENT GRÁFIC. Roger de Llúria, 90, baixos. T. 93 459 23 98. 08009 Barcelona. Depósito legal: B-46.873-96

Introducción	4
Objetivos de este <i>Cuaderno</i>	5
El medio ambiente como determinante de la salud	5
La contaminación atmosférica y la salud	7
El cambio climático y la salud	10
La contaminación química y la salud	12
Las radiaciones no ionizantes y la salud	21
Aplicaciones médicas de las radiaciones y la seguridad del paciente	27
Recomendaciones generales sobre medio ambiente y salud	31
Bibliografía	32

La sostenibilidad está cambiando nuestra sociedad. Ante este hecho, es necesario que nos hagamos una pregunta: ¿están cambiando también las ciencias de la salud? Y, si es así, ¿de qué manera? O quizá sería mejor plantearnos la forma como la sanidad y la sostenibilidad deberían interactuar para definir el futuro modelo de sociedad. Con la manera como actualmente se actúa, se están produciendo contradicciones peligrosas, en las que cambios que pretenden mejorar la sostenibilidad están causando problemas de salud.

Veamos unos ejemplos de cómo la sostenibilidad está cambiando el modelo actual. Los vehículos de nuestras calles ya son diferentes, cada vez emiten menos dióxido de carbono (uno de los causantes del cambio climático), ya no emiten plomo, consumen menos combustible, muchos son híbridos y algunos, incluso, totalmente eléctricos o con motor de hidrógeno. El taxi nuevo más vendido este año es un modelo híbrido... Los nuevos edificios consumen menos energía, incorporan energías renovables, aprovechan las características del clima local, tienen azoteas verdes, no utilizan materiales tóxicos... Incluso el nuevo modelo económico que debería sacarnos de la crisis es la Economía verde, con sus variantes de "Nueva revolución industrial", de William MacDonough, "Economía Azul", de Gunter Pauli, "Capitalismo Natural", de Paul Hawken...

¿No es lógico pensar que, si todo está cambiando, también están cambiando las ciencias de la salud? Seguro que sí, y este Cuaderno es buen ejemplo de ello. Aquí se analiza cómo influyen sobre la salud los factores ambientales como la calidad del aire exterior e interior, radiaciones electromagnéticas, ruido, nuevos agentes biológicos... Revisaremos cómo prevenir la enfermedad controlando estos aspectos de

contaminación y cómo curar las enfermedades producidas.

Pero hay un aspecto más importante aún: sanidad y sostenibilidad no están trabajando conjuntamente para definir la nueva sociedad. Los análisis que se realizan sobre sostenibilidad en la sociedad moderna tienen en cuenta aspectos como el cambio climático, la desertización, la pérdida de biodiversidad ecológica... pero los aspectos de salud están sólo parcialmente recogidos y esto provoca graves errores. Pondré sólo dos ejemplos. Los nuevos vehículos emiten por normativa mucho menos dióxido de carbono, para evitar el cambio climático; en cambio emiten más óxidos de nitrógeno, que es actualmente el contaminante más peligroso para la salud en zonas urbanas; ¿dónde estaban los criterios de salud cuando se elaboró la nueva normativa?

Otro ejemplo: ahora queremos utilizar materiales fotocatalíticos en construcción para destruir la contaminación por óxidos de nitrógeno, pero en atmósferas ricas en amoníaco como las de muchas ciudades, esto incrementaría la presencia de partículas finas de nitrato de amonio, igual de perjudicial para la salud, si no se hace de una forma que evite este inconveniente.

Por todo ello parece que nuestro camino correcto es el de prevenir y cuidar las enfermedades de origen ambiental, pero, al mismo tiempo, participar en los debates sobre el futuro sostenible para aportar los criterios de salud a las estrategias y normativas relacionadas con el medio ambiente y, en definitiva, con el futuro de nuestra sociedad.

Enric Aulí Mellado

Director de servicios de intervención e innovación ambiental del Ayuntamiento de Barcelona

2

Objetivos de este Cuaderno

La finalidad de este Cuaderno es hacer visible la epidemia invisible que representa la contaminación del medio para la salud.

Como decían los autores del libro *Nuestra contaminación interna*:¹ “Los profesionales de la medicina y de las ciencias de la salud tienen la obligación moral y la oportunidad clínica de hacer visible y ayudar a controlar un proceso que muy a menudo es excesivamente invisible: la conexión causal entre determinadas enfermedades graves y cier-

tos agentes químicos ambientales.”

Queremos que este *Cuaderno* sea un instrumento de sensibilización, de conocimiento y buena praxis de los médicos y médicas, fundamentalmente los clínicos que dedican su práctica a atender a personas, para que puedan dar respuesta, con evidencia científica cuando la haya, a los problemas y las preguntas de sus pacientes y orientar su tarea de formación o investigación.

3

El medio ambiente como determinante de la salud

Para muchos, la salud es aun hoy sinónimo de no enfermedad y es con esta concepción que se relaciona directamente con el sistema sanitario. Esto fomenta la medicalización creciente de la vida cotidiana y hace que se olviden las causas económicas, sociales y ambientales de la salud.

Sin embargo, los profesionales que se dedican a la salud pública saben desde hace muchos años que los determinantes de la salud son muchos y muy variados, y que las prestaciones de los sistemas sanitarios asistenciales sólo pueden hacer frente a una parte muy pequeña de los efectos de estos determinantes. Para la salud, mucho más importantes que el propio sistema sanitario son: las condiciones socioeconómicas de las personas (nivel de renta, educación, vivienda, etc.), los estilos de vida personales (alimentación, actividad física, dependencias) y las condiciones del medio donde vivimos y trabajamos (agua de calidad, saneamiento, residuos, contaminación, medio laboral, relaciones sociales y políticas, desigualdades de género, etc.).

Este paradigma de la salud se extendió por el mundo en 1974 cuando Marc Lalonde, ministro de Salud de Canadá, presentó en el Parlamento de su país un famoso informe, conocido como Informe Lalonde,² donde describía que los determinantes de la salud se podían agrupar en cuatro ámbitos:

- La biología humana (herencia, genética, sexo, edad).
- Los estilos de vida.
- Las condiciones del medio ambiente.
- El sistema sanitario.

Una de las limitaciones del modelo planteado en el informe Lalonde es que no se tiene en consideración la relación que los factores más generales, como las condiciones generales sociales, económicas, ambientales y culturales, pueden tener con otros determinantes como los servicios sanitarios, el ambiente de trabajo, la vivienda, las redes sociales o los estilos de vida. En este modelo, los determinantes se estructuran jerárquicamente, mostrando las interrelaciones que mantienen (Segura

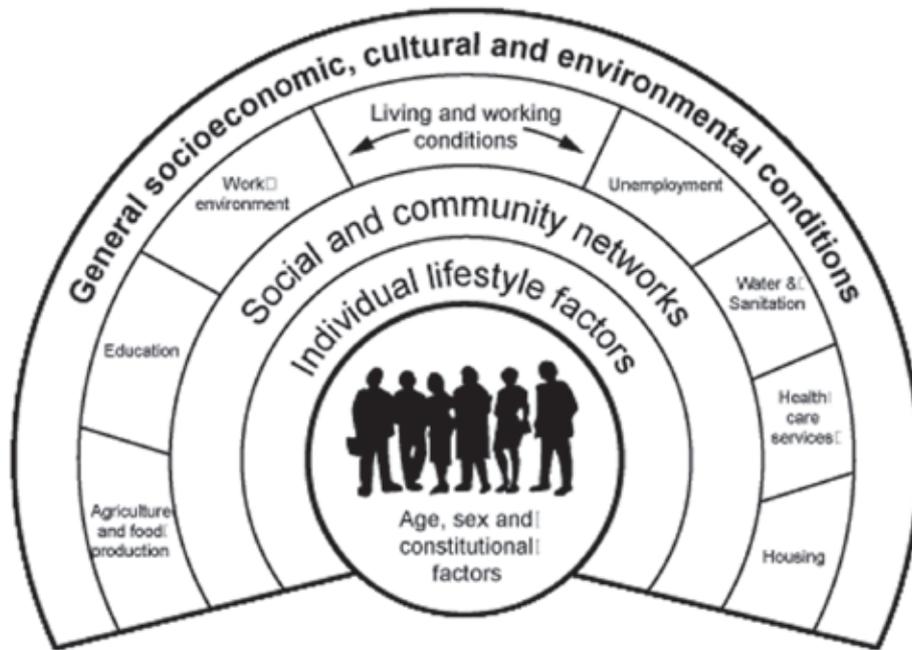


Figura 1. Modelo de los determinantes principales de salud y las relaciones que mantienen, de Dahlgren y Whitehead. Pres de Acheson D, 1998.

Benedito A, 2010)³ (Acheson D, 1998)⁴, y tiene representación gráfica en la propuesta de Dahlgren y Whitehead (Figura 1).

En Cataluña, ya hace años que la Agencia de Salud Pública de Barcelona utiliza sus informes anuales, La Salut a Barcelona, el modelo de determinantes⁵ de la OMS Europa, y más recientemente la propia OMS⁶ constituyó una comisión de trabajo sobre determinantes sociales de la salud. Después de un largo proceso de elaboración, este informe se presentó en la 62ª Asamblea Mundial de la Salud en mayo de 2009, de donde salieron unas recomendaciones para los Estados miembros, sobre todo para que trabajen en todas las políticas, de forma transversal, por la equidad y la mejora de los determinantes sociales de la salud.

Es evidente que el medio ambiente es un determinante cada vez más importante de la salud de la especie humana, tanto hoy como para las generaciones futuras. Las relaciones entre medio ambiente y salud son complejas porque la calidad del aire, el agua, los alimentos, las radiaciones, el ambiente urbano, la vivienda y el lugar de trabajo pueden afectar la salud huma-

na a través de muchas vías, sobre todo en los grupos de población más vulnerables, como el feto, los bebés, los niños, las mujeres, los enfermos crónicos, las personas mayores y los grupos sociales más desfavorecidos.

Para establecer una vigilancia sobre la salud de la población en relación con el medio ambiente y unas políticas de prevención, es necesario determinar unos objetivos estratégicos ambiciosos y unos indicadores claros para poder evaluar.

3.1. La necesaria y urgente formación de los profesionales de la salud y la implicación de los ciudadanos y las ciudadanas

Difícilmente podremos exigir a los responsables políticos, representantes de los intereses de la comunidad, o a los técnicos de las distintas Administraciones, que pongan en marcha estrategias y programas de prevención de los riesgos ambientales para la salud, si los propios profesionales sanitarios, tanto de salud pública como clínicos,

no tienen conocimiento de esta epidemia invisible y no están sensibilizados para realizar la necesaria tarea de prevención y educación de la ciudadanía en este tema.

Para recuperar el tiempo perdido, durante la formación universitaria de Ciencias de la Salud, será preciso establecer la enseñanza de esta materia (el Parlamento Europeo la denominaba Medicina del Medio ambiente) y formación continuada para los profesionales en ejercicio, con especial énfasis en los profesionales de atención primaria y salud comunitaria.

Como decíamos en las conclusiones del informe del CAPS 2010⁷ "son imprescindibles la información, participación e implicación ciudadana en las decisiones sobre me-

dio ambiente sostenible y salud. Es preciso entrar plenamente en la cultura de la consulta y el debate público, sin miedo, antes ya de la aprobación de planes y proyectos o la aplicación de medidas con repercusión ambiental y sobre la salud, por parte de la Administración pública o de las empresas privadas".

"En la investigación sobre medio y salud se debería preguntar a la ciudadanía cuáles son los temas que le preocupan o cuáles cree que es prioritario investigar; esto puede hacerse mediante consejos consultores de ciudadanos y organizaciones implicadas en el tema, o incluso mediante encuestas públicas, como hay ejemplos de ello en otros países."

4 La contaminación atmosférica y la salud

El deterioro de la calidad del aire, ya sea por causas antropogénicas o naturales, tiene efectos negativos sobre la salud humana y los ecosistemas^{8, 9, 10, 11} y a escala global contribuye al cambio climático.¹²

Las causas antropogénicas son las que hoy tienen más efectos negativos y han aumentado en las últimas décadas. Aportan a la atmósfera contaminantes como: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) troposférico, amoníaco (NH₃), ácido sulfhídrico (H₂S), partículas de medidas y composición muy diversa (metales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos persistentes, compuestos orgánicos volátiles). Es la medida de las partículas lo que las hace más o menos perjudiciales; las más peligrosas son las de medida respirable <10 µm y, sobre todo, las finas <2,5 µm y muy finas <1 µm.

Hoy, los principales contaminantes de la atmósfera en las grandes ciudades europeas son las partículas en suspensión PM₁₀ y PM_{2,5}, (PM: *particulate matter*) y los óxidos de nitrógeno (NO₂), todos ellos fundamentalmente derivados de emisiones del tráfico rodado y las actividades industriales y de servicios. Las ciudades escandinavas presentan niveles (de medias anuales) inferiores de PM₁₀ del orden de 20 a 25 µg/m³; en ciudades como Berlín, Londres o Amsterdam los niveles son de 30 a 35 µg/m³, mientras que en Madrid y Barcelona los niveles van de 35 a 50 µg/m³ (el límite establecido por la Directiva Europea es de 40 µg/m³ máximo).¹³ Es importante destacar que los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud como no perjudiciales son < 20 µg/m³.

4.1. Estado del conocimiento

Los estudios epidemiológicos más actuales sobre los efectos agudos de la contamina-

ción atmosférica sobre la salud nos muestran unas relaciones inequívocas y de las que cada vez se conoce más la importancia.¹⁴

Se produce un incremento significativo de la mortalidad, el mismo día y en días sucesivos, atribuible a aumentos de las concentraciones de partículas en suspensión menores de 10 μm (PM_{10}). Las concentraciones de ozono, sobre todo en verano, también tienen este efecto agudo, mientras que otros contaminantes, como el SO_2 , NO_2 , CO , metales y otros, tendrían sobre todo efectos en patología crónica.^{15, 16, 17}

La patología más frecuente que causa esta mortalidad es la respiratoria y cardiovascular. Entre los estudios que cabe destacar que aportan estos datos están: el NM-MAPS (The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study) que se llevó a cabo en las 20 ciudades con más población de los Estados Unidos.¹³ El estudio APHEIS (Air Pollution and Health: a European Information System) de 29 ciudades europeas (entre ellas Barcelona)¹⁴ y el EMECAM¹⁵ (Estudio multicéntrico español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad) realizado en las 13 ciudades más importantes de España.

Actualmente se estudian las causas biológicas, fisiopatológicas y toxicológicas de esta constatación epidemiológica, sobre todo el papel de las partículas de medida más pequeña, partículas finas menores de 2,5 μm y de 1 μm . Estas partículas pasan a la sangre por los alvéolos pulmonares y son causa de episodios agudos cardiovasculares (que desencadenan incluso infartos de miocardio) y otras patologías (respiratorias, cánceres, trastornos inmunológicos, diabetes, trastornos de crecimiento y cerebrales en niños, y otros). También se ha investigado y hoy ya se tienen suficientes conocimientos científicos^{18, 19, 20, 21} para decir que concentraciones menores de contaminantes, pero más sostenidas, producen disminución de la función pulmonar y patologías crónicas, a las que son más vulnerables niños y niñas, y

las personas fumadoras y los enfermos con patologías ya existentes, como enfermedad pulmonar obstructiva crónica e insuficiencia cardíaca, que además a largo plazo también son causa de mortalidad.

Estudios más recientes, como el realizado por los investigadores del CREAL (Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental)²³ en el Área Metropolitana de Barcelona, estiman los beneficios anuales de reducir la exposición media (sólo) de PM_{10} , del área de estudio (57 municipios) a los valores anuales medios recomendados por la OMS (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Estos beneficios serían de 3.500 muertos menos al año (representa un aumento de la esperanza de vida media de 14 meses), 1.800 ingresos menos en los hospitales por causas cardiorespiratorias, 5.100 casos menos de bronquitis crónicas en adultos, 31.100 casos menos de bronquitis agudas en niños y 54.000 crisis asmáticas menos en todas las edades. Estas cifras son escandalosas si pensamos que el número de muertos por accidentes de tráfico en Cataluña en el 2009 fue de 450, ocho veces menos.

4.2. Medidas del impacto en salud de las mejoras de la contaminación atmosférica

Existen varios trabajos que, ya sea a través de modelos o a partir de estudios epidemiológicos de seguimiento de grupos de población, nos aportan medidas de los beneficios sobre la salud a partir de varios indicadores. Ya hemos visto un trabajo, el del grupo del CREAL de Barcelona, que cuantifica a los muertos y a los afectados por distintas patologías que podríamos evitar si en el Área Metropolitana de Barcelona pasáramos de los niveles actuales de PM_{10} (un solo contaminante) a los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que es el nivel recomendado por la OMS.²⁴ Este grupo cuantifica la mejora en esperanza de vida en 14 meses, con estas medidas.

En un trabajo publicado en 2009, Pope²⁵ todavía describe más beneficios en esperanza de vida: hasta 7,3 meses por cada descenso de 10 µg/m³ de partículas finas.

En el año 2000, Samet²⁶ publicaba que, por cada descenso de 10 µg/m³ de PM₁₀, la mortalidad general de la población expuesta descendía en un 0,51% y la mortalidad por causas cardiorespiratorias, en un 0,68%. El estudio se refería a 20 ciudades de Estados Unidos de América.

De los estudios del proyecto APHEIS en 19 ciudades de la Unión Europea,²⁷ se concluye que, bajando la media de PM₁₀ en estas ciudades a 20 µg/m³ dis-

minuirían las muertes prematuras en 43 por 100.000 habitantes. Mientras que, con el mismo proyecto APHEIS en cinco ciudades españolas (con medias de PM₁₀ > a 50 µg/m³), las muertes prematuras evitadas serían 68 por 100.000 habitantes.²⁸

En 2009, Mailing²⁹ publica sus resultados en 15 ciudades del estado de California (EE.UU.) y los beneficios en salud por nivel de mejora ambiental ya eran mayores que los descritos nueve años antes por Samet.²⁴ Por cada disminución de 10 µg/m³ de PM₁₀ se da un descenso de la mortalidad para todas las causas de 0,70% y para causas cardiorespiratorias un descenso de 1,30%.

4.3. Niveles legales según la Directiva Europea de determinados contaminantes atmosféricos

Partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micrómetros (PM₁₀)

	PERIODO	VALOR
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	50 µg/m ³ no se podrá superar más de 35 veces por año
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil	40 µg/m ³

Objetivos de calidad del aire para los PM₁₀ de acuerdo con el Real Decreto 1073/2002

Dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno (NO₂ i NO_x)

	PERIODO	VALOR
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	200 µg/m ³ de NO ₂ No es podrá superar más de 18 ocasiones per any
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 any civil	40 µg/m ³ de NO ₂
Valor límite horario para la protección de vegetación*	1 any civil	30 µg/m ³ de NO ₂
Umbral de alerta**	1 hora	400 µg/m ³

Objetivos de calidad del aire para NO₂ y NO_x de acuerdo con el Real Decreto 1073/2002

**Para la aplicación de este VL sólo deben considerarse los datos de las estaciones representativas de la vegetación que es preciso proteger.*

***Durante 3 horas consecutivas, en lugares representativos de la calidad del aire en un área de como mínimo 10 km² o en una zona o aglomeración entera, tomado de estos dos casos la superficie que sea menor.*

Partículas en suspensión de diámetro inferior a 2,5 micrómetros (PM_{2,5})

	PERIODO	VALOR	VL+MDT	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO
Valor objetivo	1 año civil	25 µg/m ³		01/01/2010
Valor límite	1 año civil	25 µg/m ³	29,3 µg/m ³	01/01/2015
Obligación en materia de concentración de la exposición	1 año civil	20 µg/m ³		01/01/2015

Objetivos de calidad del aire para el PM_{2,5} de acuerdo con la Directiva 2008/50/CE

5

El cambio climático y la salud

El cambio climático y su origen antropogénico están hoy ampliamente demostrados por el mundo científico y no será necesario extenderlos aquí; los que son variados son los escenarios en los años futuros dependiendo de si siguen las tendencias actuales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEH) y la velocidad de calentamiento del planeta o somos capaces de ponerle freno.³⁰ Véase sobre este tema los informes del Panel intergubernamental del cambio climático (IPCC) de Naciones Unidas y los informes sobre el cambio climático en Cataluña, el primero del año 2005 promovido por el CADS y el segundo informe de 2010,³¹ sobre la base del mandato de la Comisión Interdepartamental del cambio climático (CICC) de la Generalitat de Catalunya.

Estos cambios globales en el planeta afectarán de manera importante la salud y la calidad de vida de sus habitantes. De hecho, un panel de expertos organizado en 2009 por la prestigiosa revista *Lancet* y la Universidad de Londres estimaba que el cambio climático será el determinante de la salud más importante en el siglo XXI.³² Y, sobre todo, se incrementarán las desigualdades en salud, con un mayor impac-

to negativo en los países en desarrollo y en los núcleos de población económica y socialmente más desprotegida.³³ Por este motivo y porque se habla de posibles daños para la salud en años futuros (es decir, ahora todavía son invisibles) es posible que la ciudadanía y sus políticos no estén dando a este problema los tratamientos preventivos necesarios (recordemos los resultados de la cumbre de Copenhague).

Los principales efectos sobre la salud vendrán dados por los siguientes elementos:³⁴

- Aumento de las temperaturas extremas. Calor y frío, asociados a los efectos de la contaminación atmosférica, darán aumentos de la mortalidad prematura, sobre todo de las personas más vulnerables: personas mayores, niños y enfermos crónicos.
- Aumento de los procesos infecciosos por aumento de los vectores y otras causas (sobre todo en el tercer mundo).
- Disminución de la producción de alimentos y, por consiguiente, de la nutrición, por disminución de los recursos hídricos, pérdida de tierras de cultivo (sobre todo en los grandes deltas), sa-

linización, aumento de la temperatura del mar con disminución de las especies comestibles.

- Episodios climáticos extraordinarios con sus consecuencias catastróficas.
- Aumento del nivel del agua de mar con la pérdida de tierras y desplazamientos de grandes núcleos de población.
- Disminución de la capa de ozono (O₃) estratosférico, con más riesgo de cánceres.

Entre estos efectos, los más directos y agudos son los derivados de las temperaturas extremas, que ocasionan los "golpes de calor". Están descritas 70.000 muertes prematuras en Europa debidas a la ola de calor del año 2003.³⁵

Existía un primer antecedente registrado de mortalidad durante la ola de calor en la ciudad de Nueva York del verano de 1966.

Efectos más indirectos y retrasados del cambio sobre la salud son los que hacen desaparecer tierras habitadas y cultivadas. Tenemos el ejemplo de Bangladesh: el delta del Ganges ocupa el 80% de la tierra de Bangladesh, 144.000 km² donde viven 110 millones de personas. Se estima que si el nivel del mar sube un metro, un 17% de la tierra quedará sumergida y 11 millones de personas tendrán que desplazarse.

Respecto a la mayor incidencia de cáncer de piel por la disminución del ozono estratosférico, las cifras varían según la latitud pero siempre con una correlación de menos ozono más cáncer (UNEP 1994).

5.1. Medidas de reducción de la contaminación atmosférica

Es necesario destinar esfuerzos y recursos a las medidas preventivas. Éstas, a su vez, suponen una reducción del gasto económico tanto en el ámbito sanitario como por el ahorro de medidas más costosas que deberían aplicarse en el futuro.

El problema de la calidad del aire en Cataluña se da fundamentalmente en las grandes ciudades y el área metropolitana de Barcelona. La causa principal de la contaminación del aire es el tráfico (privado, mercancías, transporte urbano). Un factor muy importante es la alta densidad del tráfico privado; en Barcelona hay 6.100 coches por km² (París, Londres, Roma 1.500 por km²). Esto quiere decir que deben eliminarse muchos coches de las ciudades.

Este factor se ve agravado por el tipo de combustible utilizado por los coches (privados y públicos). El 65% de los vehículos que tenemos en el Estado español son de diésel, mucho más contaminante que la gasolina, mientras que en California sólo hay un 5% y en Londres tienen el objetivo de bajar los vehículos diésel hasta el 10%, en 2020. Habrá que ir reduciendo este tipo de combustible y potenciar en la ciudad el coche híbrido y eléctrico.

Otra fuente de contaminación atmosférica en Cataluña son las emisiones de industrias y servicios, la producción de energía, las cementeras, la quema de residuos y biomasa, el puerto y los aeropuertos.

RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

- Sensibilizar sobre el problema de la calidad del aire en Cataluña que se da fundamentalmente en las grandes ciudades y el área metropolitana de Barcelona. La causa principal de la contaminación del aire es el tráfico. Otra fuente de contaminación atmosférica en Cataluña son las emisiones de industrias y servicios, la producción de energía, las cementeras, la quema de residuos y biomasa, el puerto y los aeropuertos.
- Es necesario destinar esfuerzos y recursos a las medidas preventivas. Esto significa que deben eliminarse muchos coches de las ciudades y potenciar el cambio al coche eléctrico o híbrido.
- Planificar el urbanismo pensando en la disminución y la pacificación del tráfico de vehículos, ensanchamiento de las aceras, circunvalaciones, incremento de zonas peatonales, carriles bici, rutas escolares a pie, aumento de las zonas verdes, etc.
- Promover flotas de reparto de mercancías consorciadas y con combustibles limpios.
- Informar a la ciudadanía y sensibilizarla sobre la necesidad de restricciones de tráfico en zonas puntuales de la ciudad, con medidas disuasorias o de prohibición según la calidad de los vehículos siguiendo el modelo de las Low Emission Zones.
- Limitar la velocidad del tráfico en zonas de elevada contaminación por PM y NO_x a 80 km/h (en ciudades y zonas metropolitanas de 30 a 60), o mejor aun, velocidad variable controlada, para mantener el flujo homogéneo de velocidad, medida comprobada de disminución de la contaminación, ahorro energético y disminución de los accidentes graves.
- Es necesario exigir informes preceptivos del Departamento de Salud en licencias de actividades potencialmente contaminantes.
- Potenciar las energías realmente renovables (solar, eólica, geotérmica) y la eficiencia energética, así como la reducción del consumo tanto en el ámbito doméstico como industrial y de los servicios.

6 La contaminación química y la salud

La especie humana siempre ha vivido de extraer productos y sustancias de la naturaleza, pero a partir del siglo pasado ha ido creciendo el número de sustancias que han sido transformadas o sintetizadas de nuevo por los humanos, de tal manera que hoy encontramos más de 100.000 sustancias químicas declaradas en la Unión Europea, y cada año se añaden unas 5.000 sustancias nuevas. De estas sustancias químicas, unas 80.000 son utilizadas y, de

ellas, unas 8.000 son sospechosas por su posible potencial tóxico.

De hecho, lo que ha de preocupar no es la proliferación creciente de estas sustancias sino su seguridad y su impacto en el medio y la salud humana. En el año 1962 (hace más de 50 años) se publicó un libro que podemos considerar el precursor de la denuncia científica y ecologista sobre los daños que pueden ocasionar muchos de

estos productos: el título de la traducción castellana era *La primavera silenciosa*, y su autora, la bióloga americana Rachel Carson. Unos años más tarde, se publicaba otro libro titulado en castellano *Nuestro futuro robado*, de Theo Colborn, Dianne Dumanoski y Pete Myers, que también fue fundamental para la información y la sensibilización ecológica.

Nosotros, algunos de los autores y asesores de este documento, realizamos un informe, en el año 1980, sobre el tema titulado *El medio ambiente y la salud*³⁶ del Grupo de estudio del GAPS, donde poníamos de manifiesto estos riesgos para la salud (hace más de 33 años) y la complejidad de obtener evidencias científicas de esta epidemia invisible y, por consiguiente, las dificultades de la intervención preventiva.

Actualmente, la situación de riesgo no ha variado mucho (véase el informe de la OMS en Europa del año 2010).³⁷ Este reto de la seguridad y de la intervención es el que debemos trabajar, con nuevas investigaciones, con nuevos modelos y con información y sensibilización a la ciudadanía y a sus representantes políticos, para hacer visible esta epidemia creciente. Pero no es fácil; hace treinta años R. Saiegh³⁶ ya decía que nos enfrentamos a una visión de la salud y de la enfermedad muy reduccionista, de biología de un aparato o sistema, sin una visión amplia de las relaciones de las personas con el medio como un determinante fundamental de la salud; también destacaba la dificultad de los métodos de evaluación del riesgo y cuáles son las “evidencias” científicas necesarias y suficientes para aceptar la causalidad del daño y poder intervenir.

Josep Maria Antó³⁸, en las jornadas sobre disruptores endocrinos que organizó el CAPS y el IMIM en el año 1999 en Barcelona, decía³⁸ que el modelo actual de detección del riesgo es reactivo —necesitó décadas para obtener evidencias

sólidas—, actúa cuando el daño ya está establecido, es éticamente inaceptable y se basa en demostrar el daño (a veces, a gran parte de la población) y no el riesgo. Como respuesta a esta situación preconizaba aplicar el “principio de precaución”, que significa que, antes de autorizar un nuevo producto químico o una nueva tecnología, debe demostrarse de manera razonable su seguridad. Además, nos decía el doctor Antó, los efectos potenciales son tan amplios y variables y las reacciones causales tan complejas, que los modelos de investigación actuales no nos sirven, necesitamos nuevos modelos de análisis.

6.1. Los disruptores endocrinos

Hoy sabemos que muchas de estas sustancias químicas, además de ser tóxicas en determinadas dosis, también tienen la capacidad de provocar alteraciones hormonales que pueden afectar las funciones sexuales, la fertilidad, la inmunidad, el crecimiento y el metabolismo, interfiriendo el metabolismo normal de las hormonas, o bien suplantándolas o bien bloqueándolas y aumentando o disminuyendo su acción. Estos efectos se pueden dar ya con absorciones pequeñas, pero prolongadas. Durante décadas los estudios de disrupción endocrina química han cambiado los tradicionales conceptos en toxicología, en particular el dogma de que “la dosis hace el veneno”, ya que puede haber efectos a dosis bajas que no se pueden prever por los efectos a dosis más altas.³⁹

6.2. Los compuestos orgánicos persistentes y su acumulación en humanos

En el año 2009 se editó un libro imprescindible para quien desee estudiar el estado actual del conocimiento y la realidad en Cataluña de la contaminación por estos compuestos, *Nuestra contaminación interna*.⁴⁰ En el libro se publica el trabajo de investiga-

ción liderado por Miquel Porta (IMIM-UAB) titulado: "Distribución de las concentraciones de compuestos orgánicos persistentes (COPs) en la población general de Cataluña. Selección de los principales resultados". Es un trabajo que mide las concentraciones de 19 COP en la sangre de una muestra representativa de la población de Cataluña.

Los resultados de esta investigación son muy preocupantes porque, entre otras conclusiones, se dice:

- A pesar de que la mayoría de los 19 compuestos analizados están ya prohibidos desde hace tiempo, se encuentran en un 85% de las personas analizadas. Esto demuestra la elevada persistencia en el medio, la acumulación en las cadenas tróficas, el transporte a larga distancia y la contaminación humana, fundamentalmente a través de los alimentos.
- No hay nadie de la muestra analizada que no tenga algún compuesto de los 19 analizados; el mínimo es de tres y el máximo todos los 19. La media de la población es de 11,3 compuestos.
- Las concentraciones son muy variables, pero en general son superiores a las detectadas en estudios de la población norteamericana (EE. UU.) y alemana.
- Los compuestos tóxicos y sus concentraciones aumentan con la edad (como era de esperar), son superiores en las personas obesas (acumulación en el tejido graso) y en el sexo femenino (excepto en las mujeres múltiparas y que han dado lactancia materna, que "depura" estos compuestos pasándolos al bebé).

6.3. La contaminación del aire interior de los edificios

El interior de los edificios, ya sea de viviendas como de edificios grandes de servicios, empresas o equipamientos, está sometido a la contaminación que se desprende de varios productos estructurales o que son utilizados, como pinturas, productos de

limpieza, cosméticos, insecticidas, disolventes, etc. Muchos de estos productos son compuestos orgánicos persistentes, que ya han sido descritos y que aunque sea a dosis pequeñas pueden irse acumulando en el organismo. Muchos de estos productos químicos pueden actuar como tóxicos, producir alergias (lo más frecuente) y otros pueden actuar como disruptores endocrinos. Algunos de estos productos químicos, como los insecticidas, están diseñados y basan su efectividad en su potencial neurotóxico. Han producido diferentes patologías en personas que ocupan lugares de trabajo con exposición, que han sido tratadas como problemas irritantes, sensibilizaciones como la SQM, alteraciones endocrinológicas o de la esfera cognitiva. Si han originado este tipo de problemas en la población trabajadora, deben dedicarse esfuerzos para controlar el uso que se puede hacer de estos productos en domicilios, piscinas, jardines, jardines de infancia y zonas deportivas, donde puede haber exposición de población sensible, como niños, mujeres embarazadas o personas con patologías previas que son susceptibles de empeorar.

Los problemas más graves de intoxicación aguda se han dado en Cataluña en edificios donde se aplicaron insecticidas dispersados en el medio ambiente interior. Estas aplicaciones se habían hecho de forma reiterada y algunos tratamientos eran claramente innecesarios ya que se habían realizado de manera estacional rutinaria y preventiva en varios centros.⁴¹ Del año 1994 al 2002, el Centro de Seguridad y Salud Laboral de Barcelona del Departamento de Empresa y Ocupación, junto con la Inspección de Trabajo, había estudiado 30 accidentes con 580 trabajadores implicados en tratamientos insecticidas en el interior de diferentes centros de trabajo (centros docentes, centros sanitarios, centros de servicios sociales, centros municipales, oficinas bancarias, hoteles, superficies comerciales, edificios públicos de atención ciudadana...).^{42, 43} Mayoritariamente, se presentaron en forma de brotes y afectaron sobre todo a mujeres.

El 50% de los trabajadores y las trabajadoras presentaron diferente sintomatología aguda relacionable con los productos insecticidas aplicados. La sintomatología inicial no hacía sospechar el tipo de secuelas, mayoritariamente neurológicas, que los grupos de trabajadores más sintomáticos desarrollaron.

Han podido describirse efectos negativos para la salud en intoxicaciones colectivas donde se han utilizado estos productos en dosis significativas, pero faltan estudios epidemiológicos y clínicos para demostrar que esta intoxicación silenciosa esté dándose también en las viviendas y pueda ser una de las causas de lo que veremos a continuación.

6.4. Patologías emergentes y contaminación del medio: síndrome de sensibilidad química múltiple, fibromialgia y síndrome de fatiga crónica

Las consecuencias para la salud debidas a la exposición a xenobióticos y tóxicos ambientales no están totalmente establecidas, pero sí lo están bastante en muchos casos para agentes específicos, como por ejemplo: agentes organoclorados, amianto, plomo, organofosforados, dioxinas y mercurio. Además, empiezan a aparecer patologías emergentes que se han iniciado de forma abrupta o insidiosa en relación con la exposición ocupacional, ambiental o accidental.⁴⁴ Aunque sea difícil establecer el impacto global sobre la salud de la exposición a plaguicidas o disolventes, está bien establecida su relación con varios tipos de cáncer, malformaciones congénitas, disrupción endocrina y neurotoxicidad.⁴⁵

El estudio y el seguimiento de más de 193 personas afectadas por exposición laboral a plaguicidas y disolventes y su seguimiento durante quince años ha constatado que en su evolución posterior presentaban sensibilidad química múltiple,^{46, 47} fatiga crónica y fibromialgia.⁴⁸ Como mostraremos a conti-

nuación, existen evidencias que, en algunas personas, las tres patologías pueden tener una relación común por exposición ambiental a productos que afectan al mismo tiempo al sistema nervioso central y al sistema de oxidación-reducción a las mitocondrias de la mayoría de las células del cuerpo.

6.5. Efectos de tóxicos ambientales sobre la salud reproductiva⁴⁹

Es conocido el efecto de tóxicos ambientales y plaguicidas en la disminución de la espermatogénesis y de la calidad del semen masculino. En los últimos 40 años en Europa ha disminuido la cantidad de espermatozoides a la mitad.⁵⁰

Pero los efectos que se han podido evaluar sobre la salud de las mujeres incluyen:

- Síndrome de ovario poliquístico (4-8% de población).
- Incremento de metrorragias y ciclos menstruales cortos con déficit de fase luteínica.
- Endometriosis (5-8% de la población y aumentando).
- Fibromas uterinos.
- Trastornos de implantación del feto: aborto, placenta previa, madurez de placenta.
- Mama fibroquística (por exposición fetal).
- Pubertad precoz.
- Lactancia materna larga (factor de protección).

Las consecuencias para la salud debidas a la exposición a xenobióticos y tóxicos ambientales no están totalmente establecidas, pero empiezan a aparecer patologías emergentes que se han iniciado de forma abrupta o insidiosa en relación con la exposición ocupacional, ambiental o accidental.⁵¹ Aunque sea difícil establecer el impacto global sobre la salud de la exposición a plaguicidas o disolventes, está bien establecida la relación con varios tipos de cáncer, malformaciones congénitas, disrupción endocrina y neurotoxicidad.⁵²

Tabla 1

EFFECTOS DE ALGUNOS COMPUESTOS TÓXICOS PERSISTENTES (CTP) SOBRE LA SALUD DE LAS PERSONAS

COMPUESTO	EFFECTOS
ARSÉNICO	Riesgo cáncer (pulmón y vejiga orina), náuseas, afectación en la piel (irritación y dermatitis), Problemas cardiovasculares (hipertensión, arritmias), Incremento de abortos, Bajo peso al nacer
BENCENO	Incremento de riesgo de leucemia, efectos genotóxicos, anemia, gastritis, efectos neurológicos
CADMIO	Posible cancerígeno
CLORDANO Y HEPTACLORO	Posibles cancerígenos, inmunosupresores
ALDRÍN, DIELDRINA Y ENDRINA	Posibles cancerígenos, posibles disruptores endocrinos
DDT Y ANÁLOGOS	Posibles cancerígenos, asma, bajo peso al nacer, baja talla de los individuos, efectos neurológicos, disruptores endocrinos
DIOXINAS Y FURANOS	Cancerígenos, cloracné, disruptores endocrinos, endometriosis y problemas de fertilidad, trastornos del desarrollo, inmunosupresores, alteraciones del hígado y de los riñones
LINDANO	Posible cancerígeno neurotóxico y estrés, oxidante
PLOMO	Efectos neurológicos, anemia, hipertensión, abortos, menor calidad del esperma, posible cancerígeno
MERCURIO	Cambios de personalidad, falta de coordinación muscular, muerte neuronal, temblores, pérdida de memoria, disfunción renal, afectación del desarrollo neuroconductual de los niños
PCB (BIFENIL POLICLORADO)	Cancerígenos, disruptores endocrinos, cloracné, trastornos del desarrollo
HAP (HIDROCARBUROS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS)	Posibles cancerígenos
PBDE (DIFENILETERPOLIBROMATO)	Posibles cancerígenos
BISFENOL A	Disruptor endocrino

Fuente: Nuestra contaminación Interna. M. Porta y cols. Los libros de la catarata, 2009.⁵³
Adaptado del ASPB (Agencia de Salud Pública de Barcelona) y el ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

Actualmente se está llevando a cabo gran cantidad de investigación para descubrir posibles biomarcadores para detectar carcinógenos⁵⁴ y poder evaluar la dosis-respuesta a dosis bajas.

En la **Tabla 1** se presentan los efectos de algunos Compuestos Tóxicos Persistentes (CTP) sobre la salud de las personas.

6.6. La salud reproductiva y la disrupción endocrina

La revisión publicada en 2006 por Bretveld y colaboradores demuestra el efecto de la exposición a disruptores endocrinos y las alteraciones del sistema reproductivo de las mujeres⁵⁵ (a pesar de que para los hombres también tengan consecuencias.) La disrupción puede presentarse en todas las fases de la regulación hormonal: en la síntesis, en la liberación y el almacenamiento, en el transporte y la eliminación, en el reconocimiento de la hormona y el receptor y su acoplamiento, en la activación hormonal posreceptor, en la función tiroidea y en el sistema nervioso central.

La aplicación de insecticidas a los lugares de trabajo sin seguir normas claras de prevención ha tenido consecuencias muy graves para la salud de mujeres y hombres. Las dosis bajas y repetidas han producido una afectación neurológica, con la presencia inicial de un estado de confusión mental, dolor de cabeza frontal, pérdida de rapidez de respuesta, pérdida de memoria y de capacidad de concentración, calambres y parestesias en extremidades superiores e inferiores, pérdida de fuerza muscular y sensación de fatiga.

Estos síntomas se presentaron inmediatamente después de las exposiciones y empeoraron progresivamente en las personas que habían estado expuestas. Este síndrome ha sido descrito ya en la literatura como afectación crónica del sistema

nervioso central inducida por organofosforados (COPIND). Además, presentaron alteraciones inmunológicas,⁵⁶ como un incremento de los autoanticuerpos, especialmente de los antitiroideos. El hipotiroidismo se ha desarrollado en un 73% de las personas afectadas y el hipertiroidismo en un 5%, cifras tres veces superiores a las de la población normal. Además, alteraciones del ciclo menstrual con incremento de metrorragias y ciclos menstruales cortos. Se observó también el incremento de la secreción de hormona de crecimiento (GH), dos o tres veces por encima de los valores normales, pero sin alcanzar cifras compatibles con las observadas en la acromegalia. La exploración de la hipófisis señaló un incremento de la medida en un 30% de casos.

Las personas que siguieron trabajando, aunque estuvieran expuestas a dosis bajas, tuvieron afectación más grave y crónica del sistema nervioso central y han acabado en un 70% de casos afectadas de fibromialgia. Precisamente, los trabajos de Pall⁵⁷ (2004), Bell⁵⁸ (1998 y 2003) y Slotkoff indican la posibilidad de que un 70% de casos de fibromialgia⁵⁹ estén causados por la exposición a sustancias químicas en los lugares de trabajo (insecticidas, solventes y otros) que a menudo se asocian a la hipersensibilidad química múltiple.

La sensibilidad química múltiple, la fibromialgia y el síndrome de fatiga crónica se presentan juntas con frecuencia, como ya se había observado entre los veteranos de la guerra del Golfo. Entre ellos los que presentaron síndrome de fatiga crónica presentaron también sensibilidad química en un 42% de casos y fibromialgia en un 6%⁶⁰ (Pollet et al 1999). La comorbilidad de los tres problemas varía de un 30 a un 88%, según estudios.⁶¹ Actualmente, esta comorbilidad ya está siendo diagnosticada como síndrome de sensibilización central.

6.7. Riesgos ambientales y cáncer de mama

Una revisión de la literatura científica⁶² muestra que varios factores ambientales están implicados en el aumento del riesgo de cáncer de mama, incluidas hormonas y disruptores endocrinos, productos químicos orgánicos y subproductos de la combustión de los vehículos y de la industria y radiaciones ionizantes y no ionizantes.

6.8. Xenoestrógenos como disruptores endocrinos

La posibilidad de que la bioacumulación de los estrógenos ambientales (xenoestrógenos) pueda ser causa de cáncer de mama ya se planteó en estudios epidemiológicos

sobre exposiciones ocupacionales o ambientales.⁶³ Los xenoestrógenos pueden ser la causa de la creciente y elevada incidencia de cáncer de mama con receptores androgénicos positivos.⁶⁴

Un estudio realizado en Canadá⁶⁵ relaciona la presencia de dioxinas ambientales y dimetilsulfato con la aparición de cáncer de mama, en relación con la distancia a las industrias que emiten las dioxinas, y la susceptibilidad es mayor cuanto menor es la edad de las mujeres. La susceptibilidad aumenta en menores de 30 años.

La probabilidad de que un efecto adverso a partir de una exposición precoz, intermitente y simultánea a dioxinas y dimetilsulfato se manifieste como cáncer de mama tras un período de latencia de 26 años como mínimo, está en función de la edad de la primera

Tabla 2

SUSTANCIAS QUÍMICAS CON EFECTOS DE DISRUPCIÓN ENDOCRINA

Algunos plaguicidas y herbicidas	<i>Atrazina, diclorodifenildicloroetileno (producto de descomposición del DDT), dieldrín, DDT (prohibido, pero todavía en el medio), endosulfán, heptacloro, lindano, metoxicloro, hexaclorobenceno (HCB) (fungicida).</i>
Befinilos policlorados (PCB)	<i>Utilizados en construcción, transformadores eléctricos, aceites industriales, adhesivos, lubricantes, pinturas. Prohibidos en Europa, pero persistentes en el medio.</i>
Dioxinas y furanos	<i>Son productos no intencionales, derivados de combustión de carbón, derivados del petróleo, biomasa, incineración de residuos urbanos, materiales clorados en fabricación de papel y otros. La principal vía de absorción son los alimentos.</i>
Bisfenol A (BPA)	<i>Como antioxidante en la fabricación de plásticos y resinas, contenedores de agua y alimentos, biberones, selladores dentales.</i>
Parabenos (diversos)	<i>Utilizados como antioxidantes y conservantes en cosmética (jabones líquidos, cremas, desodorantes, etc).</i>
Alquifenoles	<i>Utilizados en plásticos, pinturas, detergentes, material textil. Absorción por vía respiratoria, digestiva y cutánea.</i>
Filtros solares	<i>Benzofenona y alcanfor de metilbenzilideno (4-MBC) en lociones y bloqueadores solares.</i>
Ftalatos	<i>En fabricación de plásticos (PVC).</i>
Pastilla contraceptiva oral	<i>Etinilestradiol, es también un xenoestrógeno.</i>
Otros	<i>Hidroxianisol butilad (BHA) conservante alimentario, nonilfenol (sulfatante emulsionante, detergentes, pesticida), fenosulfotiazina (tinte rojo).</i>

Fuente: Health and Environmental Alliance www.env-health.org y IV Conferencia sobre disruptores endocrinos. Quadern CAPS núm. 29 www.caps.cat/publicacions.

exposición, el tipo de fuente de emisión y la distancia de la fuente emisora (**Tabla 2**).

Dentro de la Estrategia Comunitaria sobre disrupción endocrina se enumeran una serie de agentes químicos con riesgos potenciales para la salud humana, tóxicos para los cuales se exigen estudios y evaluaciones con metodología especial. Algunas de las posibles alteraciones endocrinas están sujetas a regulación legal y actualmente están restringidas, están dentro de listas de sustancias prioritarias o son agentes químicos con propuestas de rescisión, pero otros agentes químicos no están regulados y un gran número de otros agentes químicos ni siquiera han sido estudiados (para este efecto). Los tipos de sustancias listadas por la Comunidad Europea (CE) son: un gran número de plaguicidas, metales, subproductos de incineración (de residuos), diferentes hormonas naturales o idénticas a las naturales y otras sustancias de uso industrial. En relación con los plaguicidas, es necesario comentar que no sólo se utilizan en agricultura con un uso fitosanitario sino también en casas, jardines y zonas públicas. Ya hace unos años que existen más datos sobre el impacto de estas exposiciones en patología humana.

A la lista de valores límites para la exposición profesional ya existe la anotación "ae" (alterador endocrino) asociada a diferentes agentes químicos. Los valores límites asignados a los agentes que llevan esta anotación "ae" no se han establecido para prevenir los posibles efectos de alteración endocrina, lo que justifica una vigilancia médica adecuada.^{66,67,68,69,70}

6.9. Organoclorados, dioxinas y PCB

Los productos organoclorados y otras sustancias (véase **Tabla 1**) tienen una larga vida media que puede alcanzar los 40 años en el cuerpo humano, especialmente en el tejido adiposo, el suero y la leche. El DDT y su metabolito, el DDE, tiende a persistir mucho más tiempo en el cuerpo y estos insecticidas presentan propiedades estrogénicas y actúan en el cuerpo como disruptores en-

docrinos. El DDT se prohibió en 1972, y en España en 1977, pero su uso no acabó hasta años más tarde, y aún se utiliza en países africanos.

En 1995, Leon Bradlow⁷¹ publicó que muchos productos organoclorados como el DDT, la atrazina, el hexacloruro de benceno, los PCB y el endosulfán I y II estimulaban la producción de un metabolito de los estrógenos, la 16 alfa hidroxiestrona, que es un potente agente que produce tumores y altera genes.

Estudios del grupo realizados por Nicolás Olea en Granada han indicado la relación entre organoclorados y cáncer de mama.⁷² Examinando el efecto combinado de los estrógenos ambientales medidos como sobrecarga total efectiva de estrógenos (TEXB-alfa) demostraron un incremento del riesgo de cáncer de mama entre las mujeres más delgadas, especialmente en el grupo de mujeres que han llegado a la menopausia, con niveles más elevados de plaguicidas, especialmente el aldrín y el lindano.

6.10. Metales pesados y cáncer de mama

Estudios experimentales con líneas celulares de cáncer de mama MCF-7 han demostrado la capacidad de algunos metales divalentes de activar el receptor estrogénico alfa y estimular la proliferación celular. Los metales que pueden hacerlo son: cadmio, cobre, cobalto, níquel, plomo, mercurio, estaño y cromo.^{73, 74} Algunos aminoácidos se han mostrado como mediadores de los efectos de los metales activando el receptor mediante la formación de un complejo dentro del dominio de captación del estrógeno dentro del receptor. El cadmio actúa en el cuerpo humano como si fuera un potente estrógeno^{75, 76} y hace proliferar los conductos galactóforos y los alveolos.

Un estudio epidemiológico ha demostrado que las mujeres con un nivel de cadmio en orina ajustado a la creatinina de más

de 0,58 microgramos/g tienen dos veces más riesgo de sufrir cáncer de mama que las que tenían unos niveles inferiores a 0,26 microgramos/g.⁷⁷ Se ha hallado una diferen-

cia significativa en concentraciones séricas de cadmio entre las mujeres con tejido mamario normal y entre las que tienen cáncer de mama.^{78,79}

RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE CONTAMINACIÓN QUÍMICA

- Para reducir la contaminación química es preciso estar convencidos del problema y aplicar el concepto de producción limpia. Frente al riesgo de compuestos tóxicos deben hallarse alternativas de productos y procesos sostenibles y saludables.
- De hecho, los riesgos químicos en el medio laboral están íntimamente ligados a los riesgos ambientales y de salud pública; por ello son necesarias estrategias de prevención, de salud pública y ambiental integradas.
- Sería necesario revisar el registro de enfermedades profesionales y reconocer todos los daños químicos, hasta ahora poco reconocidos en el Estado español.
- Para esta tarea, se debe implicar activamente a la ciudadanía, a los técnicos, a los sindicatos y a los empresarios.
- Es necesario dar mucha información a la ciudadanía sobre los riesgos de los productos de utilización cotidiana en el hogar (limpieza, desinfectantes, insecticidas, cosméticos, desodorantes, aditivos, etc.) y obligar a los fabricantes a informar en el etiquetaje de los productos de los compuestos que pueden ser peligrosos para la salud y el medio.
- Se debería incorporar la utilización de biomarcadores de exposición, como sistema de vigilancia general o de grupos de población específicos (por ejemplo, niños y embarazadas).
- En las evaluaciones de impacto ambiental y en los informes de nuevas actividades deben incorporarse sistemáticamente las evaluaciones de riesgo para la salud; en el caso de no existir evidencia científica suficiente, pero con sospecha fundada (predicción teórica, toxicológica, etc.), será necesario aplicar el principio de precaución.
- Proponemos seguir limitando la utilización de insecticidas y herbicidas en la agricultura, estimular la producción y el consumo de agricultura ecológica, y controlar la presencia de parabenos y otros tóxicos a los cosméticos y otros productos del hogar.
- Recomendamos que los nuevos riesgos para la salud ambiental sean incorporados a la formación de los profesionales sanitarios y, especialmente, a los profesionales de atención primaria y a los especialistas en ginecología.
- Existen evidencias de que parte de las personas afectadas por fibromialgia, fatiga crónica y todas las que sufren sensibilidad química múltiple han estado expuestas a productos químicos, insecticidas, disolventes, bifenilos policlorados u otros productos orgánicos persistentes que alteran la salud de las personas por afectación del sistema nervioso central, disrupción endocrina y por alteración de la función energética de las mitocondrias.
- También existen evidencias de que la diabetes tipo II y la obesidad tienen relación con la exposición a disruptores endocrinos, incluso desde la vida fetal. Proponemos que en Cataluña se cumplan los acuerdos del Convenio de Estocolmo para la erradicación de los productos orgánicos persistentes y que se extienda la vigilancia de los niveles de disruptores endocrinos en alimentos, agua y aire.
- Se debería incorporar a la historia clínica de los pacientes la historia laboral, ambiental, doméstica y radiológica para poder tratar correctamente patologías concretas e investigarlas.

Las radiaciones no ionizantes y la salud (telefonía móvil, Wi-Fi y otras tecnologías)

7

El ambiente se llena de radiaciones que, según la opinión de muchos científicos (y el firme apoyo de toda la industria de las telecomunicaciones), no son nocivas para nuestra salud, ni para el resto de organismos y el planeta. No obstante, cada vez hay más casos de la denominada “electrosensibilidad”, y varios autores y estudios se reafirman en la convicción de los efectos perjudiciales para los humanos y alertan especialmente en el caso de los niños.

Entre tal diversidad de opiniones, recientemente la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha clasificado los campos electromagnéticos producidos por los teléfonos móviles como “posiblemente carcinogénicos para los humanos”, pero no revisa la actual normativa. A pesar de todo, algunos países ya han reducido los valores límites de exposición a este tipo de ondas electromagnéticas por debajo de lo que recomienda la OMS e incluso han rectificado y se disponen a desinstalar las redes Wi-Fi de las escuelas y a alejar de ellas las antenas de telefonía. En el 23 Congreso Mundial de Epidemiología Ambiental, que ha tenido lugar en Barcelona en septiembre de 2011, se reconoce que los móviles pueden producir cáncer en el cerebro en niños y niñas, y se recomienda el uso de auriculares o altavoces y el uso de mensajes de texto.

7.1. Conceptos básicos

La radiación electromagnética es una forma de energía procedente de la interacción entre partículas cargadas eléctricamente. Se propaga en forma de onda y define un área denominada campo electromagnético. Las personas nos encontramos sometidas de forma natural a

este tipo de campos, pero también de manera artificial debido a todos los dispositivos eléctricos.

Existen dos tipos de radiaciones:

- **Radiaciones ionizantes:** son capaces de excitar los electrones y hacerlos abandonar el átomo. Es bien conocido que éstas pueden comportar graves consecuencias para las células, como es el caso de los rayos X, los radionucleidos o las radiaciones nucleares.
- **Radiaciones no ionizantes:** no son capaces de romper los enlaces químicos, son ondas de frecuencias más bajas y tienen menos contenido energético. En este espectro se incluyen los rayos ultravioletas, la luz visible, las microondas, la radiofrecuencia y las frecuencias extremadamente bajas: (Extremely Low Frequency (ELF)). Las fuentes más importantes de este tipo de radiación son los teléfonos móviles e inalámbricos, las antenas de telefonía, las redes Wi-Fi, las líneas eléctricas, las ondas de radio y la televisión y los electrodomésticos. El impacto sobre la salud de las radiaciones no ionizantes es lo que genera toda esta controversia.

La frecuencia de las radiaciones electromagnéticas, medida en hertz (Hz), se utiliza como referencia para evaluar las posibles repercusiones sobre la salud. Los campos eléctricos se miden en voltios por metro (V/m) y los campos magnéticos en teslas (T).

7.2. Riesgos y efectos sobre la salud

Las radiaciones no ionizantes tienen un efecto térmico que eleva la temperatura de los tejidos y un efecto no térmico que

podría producir daños celulares a largo plazo. El estudio en humanos es muy complicado por la gran cantidad de factores que pueden intervenir, por razones éticas y por la latencia de determinados efectos, pero algunos hechos, como los efectos descritos en animales, nos pueden servir de alerta. Un ejemplo es la desaparición de las abejas de los ambientes “contaminados electromagnéticamente” (se está estudiando en Austria, India o Alemania). En todos los casos parece que las microondas alteran su sistema de orientación y aumentan su estrés y agresividad. Estos hechos, si bien no se pueden trasladar al ser humano, tienen repercusión en el ámbito ecológico y pueden servir para dudar de su inocuidad.

7.3. Efectos relacionados con el cáncer

En 2001 la IARC (International Agency for Research on Cancer) declaró los ELF como posiblemente carcinogénicos⁸⁰ y, en 2011, la OMS ha hecho lo mismo para los campos producidos por los teléfonos móviles. Esto se defiende desde hace años con estudios que demuestran que las radiaciones de radiofrecuencia no son inocuas en animales modificados genéticamente y, entre otras patologías, producen varios tipos de cánceres, como linfomas y leucemias⁸¹ o tumores cerebrales.⁸² Ya en 1985 se había detectado un incremento en los trabajadores expuestos a estos tipos de campos.⁸³

Los estudios actuales sobre los efectos del teléfono móvil (y el teléfono fijo inalámbrico)^{84, 85} indican que el uso prolongado durante diez años o más puede incrementar el riesgo de tumores cerebrales (gliomas y neuromas del acústico). Existe discrepancia sobre la rotundidad con que se puede hacer esta afirmación, así que mientras unos lo exponen como una evidencia⁸⁶ y dan cifras que indican que el riesgo se multiplica por dos,⁸⁷ otros lo hacen con más precaución, explicando la necesidad de más estudios^{88, 89, 90} y otros incluso niegan haber hallado

evidencias para el neuroma del acústico.⁹¹ Algunos añaden que el riesgo de sufrir tumores se incrementa según el tiempo de latencia y la acumulación de horas de uso.⁹² Otros añaden la posibilidad de inducir meningioma,⁹³ aunque también expresan la necesidad de más estudios.

Algo en lo que los científicos parecen estar más de acuerdo es la relación entre el lado donde se utiliza el teléfono con el lado donde aparecen los tumores,^{94, 95} e incluso aseguran que el riesgo es más alto si el teléfono se ha utilizado sólo en uno de los dos lados de la cabeza.⁹⁶

Otros estudios relacionados con la situación de estaciones base de telefonía móvil (antenas) afirman que las personas que residen varios años cerca de alguna de estas antenas tienen un riesgo 4,15 veces superior de incrementar la incidencia de cáncer⁹⁷ y que la exposición a ELF por parte de mujeres en su lugar de trabajo puede ser un factor de riesgo de sufrir cáncer de mama (exposición a largo plazo a 1 mT y superiores).⁹⁸

Los motivos biológicos por los que las ondas electromagnéticas pueden inducir cáncer también están en estudio. Algunos autores proponen que la alteración del ión calcio debido a la exposición a radiofrecuencia podría activar los oncógenos,⁹⁹ aunque también explican que es necesaria una predisposición genética. Otros dicen que la exposición crónica a las ondas de los teléfonos móviles puede romper el ADN de las células¹⁰⁰ y actuar como una antena fractal (para el rango de ELF y radiofrecuencia).¹⁰¹

Mientras algunos estudios en ratas no hallan relación entre el cáncer de mama y la exposición a teléfonos móviles^{102, 103, 104} ni a campos electromagnéticos,¹⁰⁵ otros afirman que la exposición prolongada a ELF sí aumenta el riesgo, lo que podría estar relacionado con un descenso de los niveles de melatonina.¹⁰⁶

Un estudio con ratones modificados genéticamente demuestra que estos poseen una

mayor predisposición a desarrollar linfomas cuando son irradiados,¹⁰⁷ como también lo demuestran estudios histopatológicos.¹⁰⁸

7.4. Efectos sobre el sistema nervioso y endocrino

Los campos electromagnéticos emitidos por los teléfonos móviles pueden afectar la actividad eléctrica del cerebro.¹⁰⁹ La mayoría de los estudios sólo observan los efectos a corto plazo; por consiguiente, las consecuencias a largo plazo de las exposiciones no son suficientemente conocidas, pero según algunos estudios existen evidencias para relacionar largas exposiciones a campos magnéticos y enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer,¹¹⁰ ya que en el caso concreto de las antenas de telefonía móvil se sabe que permiten la acumulación de moléculas tóxicas en el cerebro.¹¹¹ También podría existir una relación entre la exposición a campos electromagnéticos y la esclerosis lateral amiotrófica.¹¹²

Las radiofrecuencias inciden sobre los receptores cerebrales y podrían causar depresión y falta de memoria, así como alteración de los períodos de sueño y vigilia,¹¹³ además de alterar las diferentes fases del sueño,¹¹⁴ alteraciones que podrían estar relacionadas con una disminución de melatonina. Esta hormona también podría tener relación con la detección de un incremento de suicidios en trabajadores expuestos a ELF, pero se necesitan más estudios.¹¹⁵

7.5. Efectos en el ámbito celular

Niveles muy bajos de ELF y radiofrecuencia pueden causar la producción de proteínas del estrés y estrés oxidativo en células cultivadas *in vitro* (incluso en niveles por debajo de los límites de seguridad actuales).¹¹⁶ Esto significa que la célula reconoce estas exposiciones como nocivas. Si incrementa la energía de radiofrecuencia se rompen las cadenas de ADN¹¹⁷ y esto puede perturbar

la recombinación de la frecuencia de reparación del ADN.¹¹⁸

Por otro lado, un estudio *in vivo* en humanos concluye que la exposición a radiación de móviles podría afectar la expresión de proteínas de la piel.¹¹⁹

7.6. Electrosensibilidad o síndrome microondas

Hay personas que por proximidad con las antenas de telefonía u otros campos electromagnéticos presentan una sintomatología que se denomina electrosensibilidad o "síndrome microondas"; sufren cefaleas, insomnio, vértigo, alteraciones visuales y de locomoción, desórdenes de la piel, tendencia depresiva, fatiga crónica, alergias, dificultad de concentración y pérdida de apetito. Algunos síntomas pueden ser debidos a que el exceso de iones positivos en el aire que respiramos (en gran parte consecuencia de la exposición continuada a radiaciones electromagnéticas) puede alterar el equilibrio eléctrico de la sangre.¹²⁰

Estos casos, que no son fáciles de diagnosticar (por los falsos positivos, casos psicológicos y los efectos nocebo), han de servir de alerta al resto de la población, ya que están haciendo de organismos centinela. El número de casos crece (así como el número de personas expuestas a la electropolución o *electrosmog*) y, por primera vez, el Juzgado de lo Social número 24 de Madrid ha declarado la incapacidad permanente de una profesora por este motivo. Suecia ya hace tiempo que acepta esta patología como discapacidad.

7.7. Efectos sobre el sistema reproductor

En el caso de las mujeres, las microondas de baja frecuencia pueden dañar el ADN mitocondrial de los folículos de los ova-

rios, de manera que las mutaciones pueden pasar a la descendencia.¹²¹

En el caso de los hombres, los móviles podrían afectar negativamente la calidad del esperma puesto que pueden disminuir la motilidad, la morfología, la viabilidad y el número de espermatozoides¹²² y provocar carcinogénesis testicular e infertilidad,¹²³ a pesar de que otros artículos no hallan datos consistentes que permitan establecer una relación causal.¹²⁴

7.8. Efectos sobre el sistema inmunológico

Existen evidencias sustanciales de que las ELF y la radiofrecuencia pueden causar reacciones inflamatorias, alergia y cambios en la función inmune.¹²⁵ Otro estudio que valoraba extracciones de sangre de una población situada bajo una línea de tensión de 50 kV halló que había parámetros inmunológicos anormales.¹²⁶ En trabajos *in vitro* se ha demostrado que las células del sistema inmunológico pueden resultar dañadas y las defensas alteradas cuando son irradiadas.¹²⁷ También se han observado daños en el ADN de los linfocitos y la presencia de micronúcleos que se traducen en lesiones a los cromosomas.¹²⁸

7.9. Efectos sobre el sistema cardiovascular y hematopoyético

Se han hallado alteraciones en el hemograma de personas que viven cerca de antenas repetidoras: disminución de los glóbulos rojos o blancos, aumento de linfocitos, irregularidad en VGM (talla de los glóbulos rojos) y tasa de hemoglobina inferior a la normal.¹²⁹

Por otro lado, existen estudios que demuestran que la exposición a la frecuencia de ondas emitidas por los teléfonos móviles incrementa el flujo sanguíneo ce-

rebral (del córtex dorsolateral y prefrontal),¹³⁰ suprime el metabolismo de la glucosa a nivel local en el cerebro¹³¹ y puede alterar la permeabilidad de la barrera hematoencefálica.¹³²

Además, las ondas electromagnéticas podrían disparar el índice glucémico en diabetes de tipo I (diabetes voluble).¹³³

7.10. Efectos en niños y niñas

Uno de los efectos sobre el que parece haber más consenso es que la exposición a ELF puede causar leucemia infantil.¹³⁴ Un estudio demuestra que la exposición residencial a campos magnéticos iguales o superiores a 0,4 μT incrementa un 100% el riesgo de desarrollar leucemias agudas infantiles, respecto a exposiciones menores a 0,1 μT .¹³⁵ En niños diagnosticados de leucemia, los que están más expuestos tienen peores resultados.¹³⁶ Además, hay evidencias de que otros cánceres infantiles pueden ser causados por la exposición a ELF.¹³⁷

En relación con el sistema nervioso de los niños, los campos electromagnéticos de los móviles tienen efecto sobre las respuestas cerebrales mientras desarrollan procesos cognitivos.¹³⁸

Para que los niños no estén expuestos a radiaciones constantes y por los efectos que esta contaminación puede estar causando, en Lión (Francia) se han desmantelado las antenas de telefonía de una escuela donde había un alto índice de leucemia y algunos países procuran cambiar el Wi-Fi por cable en los centros educativos.

Respecto al teléfono móvil, un estudio indica que su uso (o el del teléfono inalámbrico) incrementa el riesgo de glioma en toda la población, pero añade que este riesgo es más elevado en individuos que empiezan a usar el teléfono antes de los

veinte años.¹³⁹ Además, según los neurocirujanos australianos Khurana y Teo, el riesgo de contraer un tumor cerebral después de diez años de uso del móvil se multiplica por dos en la población general, y por cinco en niños que empiezan a utilizarlo antes de los veinte años.

Otro punto de mucha importancia es el efecto durante la gestación. En este sentido, un estudio relaciona la exposición a campos electromagnéticos de las madres embarazadas con una mayor incidencia de asma en sus hijos.¹⁴⁰ Además, se ha asociado la exposición prenatal a teléfonos móviles con alteraciones del comportamiento como la hiperactividad o los desórdenes emocionales.^{141,142}

7.11. Otros efectos

La lipoatrofia semicircular consiste en una disminución de la grasa de los muslos (y a veces también del antebrazo) relacionada con una sensación de fatiga y asociada al cableado eléctrico en oficinas. Afecta sobre todo a mujeres y es reversible. Aunque todavía se están estudiando las causas, tienen que ver con un entorno laboral con baja humedad relativa, con mesas con estructuras metálicas, y sin tomas de tierra, lo que favo-

rece las descargas electrostáticas. Los hábitos posturales también podrían tener influencia. En Cataluña, está reconocido como accidente laboral de los trabajadores de oficina.

7.12. Límites de exposición

Uno de los temas más controvertidos respecto al efecto de los campos electromagnéticos son los niveles máximos de exposición recomendados para evitar problemas de salud. Los límites oficiales tienen en cuenta sólo los efectos térmicos de los campos electromagnéticos que provocan un calentamiento de los tejidos. Algunos científicos consideran insuficientes estos niveles ya que los posibles efectos no térmicos (que no han podido ser del todo demostrados) se podrían dar con intensidades más bajas y tampoco consideran los efectos a largo plazo.

No existe una unificación de criterios en el ámbito internacional respecto a la contaminación por radiaciones electromagnéticas. Actualmente los límites recomendados más aceptados son los publicados en 1998 por la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), una organización no gubernamental reconocida por la OMS.

RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE RADIACIONES NO IONIZANTES

Sobre la base de los estudios realizados hasta ahora respecto al impacto sobre la salud de las radiaciones electromagnéticas, en mayo de 2011 la Asamblea Parlamentaria del Consejo Europeo hizo, entre otras, las siguientes recomendaciones a sus estados miembros:¹⁴³

- Reducir al máximo la exposición a campos electromagnéticos.
- Reconsiderar los niveles de la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) y aplicar los niveles más bajos para cubrir los efectos térmicos y no térmicos y su impacto sobre la salud.
- Realizar campañas de información dirigidas sobre todo a niños y jóvenes.
- Proteger a los electrosensibles y crear zonas libres de radiaciones en la medida de lo posible.
- Prestar atención a los teléfonos inalámbricos y a los monitores de bebés.
- Regular el uso del móvil en la escuela y apostar por la conexión a Internet con cable.
- Acordar nuevos emplazamientos de antenas de telefonía entre gobiernos, residentes y asociaciones.

Wi-Fi

- Sustituir las redes Wi-Fi por cables de fibra óptica.
- Evitar las áreas con Wi-Fi.
- Tenerlo apagado cuando no se utiliza.

Teléfono móvil e inalámbrico

- Usarlo lo menos posible y utilizar líneas de cable siempre que sea posible.
- No utilizar el móvil como despertador.
- Apagar el móvil cuando no se utiliza.
- No acercar el móvil a la oreja hasta que se haya establecido la comunicación, ya que en el momento de establecer conexión emite con más fuerza.
- Utilizar auriculares, función altavoz o manos libres cuando se habla por el móvil.
- No llevar el móvil en el bolsillo de los pantalones.
- No hablar por el móvil siempre por el mismo lado de la cabeza.
- Modular la amplitud de la frecuencia del móvil.
- Escribir un SMS en lugar de llamar, si es posible.

Antenas de telefonía

- Compartir una misma antena entre varias operadoras de telefonía.
- Aumentar la distancia respecto a las viviendas.
- No situarlas a menos de 300 metros de escuelas y hospitales.

Aparatos eléctricos

- Evitar situar la torre del ordenador y sistemas de alimentación bajo las piernas.
- Utilizar pantallas de televisión y de ordenadores de LCD y evitar las de plasma.
- Mantener el dormitorio libre de aparatos eléctricos.
- Desenchufar los aparatos eléctricos cuando no se utilicen.

8.1. Aplicaciones médicas de las radiaciones

Las radiaciones son utilizadas en medicina por algunas de sus propiedades, en procesos de diagnóstico por la imagen (radiología y medicina nuclear) o en terapéuticas oncológicas (radioterapia).

Al igual que en muchos procedimientos sanitarios, las radiaciones pueden ser beneficiosas a la vez que comportan riesgos para la salud, y por esto se han de utilizar con precaución y con una clara necesidad clínica. Tanto las radiaciones con todas las varias técnicas (radiografía, TAC, PET, mamografía, intervencionista, etc.) como las técnicas que utilizan isótopos radioactivos son radiaciones ionizantes. Esto significa que actúan sobre el ADN celular rompiendo las cadenas cromosómicas o modificando los componentes celulares por ionización. Si estas lesiones son importantes y no pueden ser reparadas por los procesos fisiológicos del organismo, pueden producir mutaciones y aberraciones cromosómicas, leucemias y otros cánceres; si la célula afectada es reproductiva pueden tener efectos genéticos.

Cuando todavía no se conocían estos efectos, murieron de cáncer o anemia aplásica muchas personas investigadoras y trabajadoras que utilizaban estas tecnologías: W.R. Roentge, descubridor de los RX murió de cáncer en 1923; Maria Skolodowska (Madame Curie) en 1934, y su hija, Irène Joliot-Curie, en 1956, de anemia aplásica.

Por la peligrosidad de estos procedimientos se han legislado dosis máximas anuales para la población general y dosis máximas para el personal expuesto laboralmente,

que, además, es controlado mediante dosímetros de radiación recibida.

8.2. Existen varios tipos de radiaciones ionizantes

- **Las radiaciones alfa** (α), que son partículas radiantes muy energéticas emitidas por el núcleo (dos neutrones y dos protones), tienen muy poca penetración en los tejidos biológicos, su peligrosidad es la radiación interna en el tejido u órgano donde se fijan, que produce el daño celular por proximidad.
- **Las radiaciones beta** (β) —electrones negativos emitidos por el núcleo— con más capacidad de penetración.
- **La radiación gamma** (γ) y los rayos X con mucha capacidad de penetración, sólo son frenadas por barreras de plomo; esta penetración, que traspasa el cuerpo humano, es aprovechada en radiología para quedar registrada en una placa y en los isótopos, desde el exterior, se detecta la radiación gamma de la actividad de isótopo radioactivo que se ha fijado en un determinado órgano o tejido. Estos isótopos, con vidas medias muy cortas (horas o días), se eliminan por la orina del paciente.

8.3. Medición de las dosis efectivas de radiación

La unidad de medición de la dosis efectiva es el milisievert (mSv). Los diversos tejidos y órganos tienen sensibilidades diversas a las radiaciones, y los niños y las embarazadas son personas con las que se han de aplicar estas técnicas con más precaución.

Los límites legales actuales de dosis efectiva máxima en un año para la población general (sin incluir las radiaciones naturales ni las médicas) es de 1 mSv/año y hasta 50 mSv/año para el personal profesionalmente expuesto (en 1925 se puso el primer límite en 500 mSv/año, en el año 1934 las regulaciones internacionales decían 300 mSv/año y, actualmente, el límite máximo para los trabajadores está fijado en 100 mSv acumulados durante 5 años, con un máximo de 50 mSv/año, en uno de estos cinco años).

8.4. Exposición a la radiación natural

Todos los seres vivos estamos expuestos a radiaciones que vienen de fuentes naturales: rayos cósmicos (más intensos en las alturas, como viajes en avión), radioactividad de los terrenos y de los materiales de construcción, potasio natural y otros radionúclidos (como el polonio en el tabaco), el gas radón en espacios cerrados, etc. La dosis anual media de origen natural en España está evaluada entre 0,6 y 1,2 mSv/año según las zonas. En este sentido es interesante comparar las dosis efectivas de varios procedimientos médicos con la exposición de fondo natural (**Tablas 3.I y 3.II**) y el riesgo relativo de generar un cáncer. El riesgo de cáncer que describe el cuadro mencionado está descrito como bajo: de 1/10.000 a 1/1.000, y como moderado: de 1/1.000 a 1/500.

8.5. La información y la seguridad del paciente, tan importantes como la ayuda al diagnóstico

La decisión de realizar un examen que comporta radiaciones ha de ser conjunta médico-paciente; evidentemente, ha de ser clínicamente pertinente y deben haberse evaluado las circunstancias individuales de cada paciente: embarazadas, mujeres que dan lactancia (algunos isótopos radioactivos de las gammagrafías se eliminan por la leche), niños y niñas en crecimiento y, muy importante, la historia de radiaciones anteriores.

Estos antecedentes de radiaciones anteriores serán muy importantes sobre todo si se han de indicar exploraciones de dosis altas, como TAC, utilización de sustancias de contraste, etc., o seguimientos prolongados radiológicos de determinadas patologías. Estos antecedentes se pueden tener en cuenta a la hora de prescribir una exploración radiológica o una alternativa (si es posible), como la Resonancia Nuclear Magnética (RNM) o los ultrasonidos (ecografías), que no comporten riesgos de irradiación.

Por ello será útil la utilización del **carne de historia radiológica** de cada paciente, como proponen las Sociedades Americanas de Radiología citadas en el **Tablas 3.I y 3.II**.

Tabla 3 (I)

**RADIOLOGICAL SOCIETY OF NORTH AMERICA (RSNA)
I AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (ACR)**
www.RadiologyInfor.org

POR ESTE PROCEDIMIENTO:	*LA DOSIS APROXIMADA DE RADIACIÓN EFECTIVA ES:	COMPARABLE CON LA RADIACIÓN NATURAL DE FONDO DURANTE:	**RIESGO ADICIONAL DE POR VIDA DE CÁNCER FATAL DEBIDO AL EXAMEN
Región abdominal:			
Tomografía Axial Computarizada (TAC) – Abdomen y pelvis	15 mSv	5 años	Bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Abdomen y pelvis, repetido con y sin material de contraste	30 mSv	10 años	Moderado
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Colonografía	10 mSv	3 años	Bajo
Pielograma intravenoso (PIV)	3 mSv	1 año	Bajo
Radiografía (rayos X) - Tracto Digestivo Inferior	8 mSv	3 años	Bajo
Radiografía (rayos X) - Tracto Digestivo Superior	6 mSv	2 años	Bajo
Huesos:			
Radiografía (rayos X) – Columna	1,5 mSv	6 meses	Muy bajo
Radiografía (rayos X) - Extremidades	0,001 mSv	3 horas	Insignificante
Sistema Nervioso Central:			
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Cabeza	2 mSv	8 meses	Muy bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) – Cabeza, repetida con y sin material de contraste	4 mSv	16 meses	Bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) – Columna	6 mSv	2 años	Bajo

Tabla 3 (II)

POR ESTE PROCEDIMIENTO:	*LA DOSIS APROXIMADA DE RADIACIÓN EFECTIVA ES:	COMPARABLE CON LA RADIACIÓN NATURAL DE FONDO DURANTE:	**RIESGO ADICIONAL DE POR VIDA DE CÁNCER FATAL DEBIDO AL EXAMEN
Tórax:			
Tomografía Axial Computarizada (TAC) – Tórax	7 mSv	2 años	Bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Tórax Dosis Baja	1.5 mSv	6 meses	Muy bajo
Radiografía (rayos X) – Tórax	0.1 mSv	10 días	Mínimo
Dental:			
Rayos X intraorales	0,005 mSv	1 día	Insignificante
Corazón:			
Angiografía Coronaria por Tomografía Computada (ATC)	16 mSv	5 años	Bajo
TAC Cardíaco para Cuantificar Calcio	3 mSv	1 año	Bajo
Exámenes en hombres:			
Densitometría ósea (DXA)	0,001 mSv	3 horas	Insignificante
Exámenes en mujeres:			
Densitometría ósea (DXA)	0,001 mSv	3 horas	Insignificante
Mamografía	0,4 mSv	7 semanas	Muy bajo

Nota para pacientes pediátricos: Los pacientes pediátricos varían en la medida. Las dosis administradas a pacientes pediátricos variarán significativamente de las que se administran a adultos.

** Las dosis efectivas son valores típicos para un adulto de medida media. La dosis real puede variar sustancialmente, dependiendo de la medida de una persona como también de las diferencias de prácticas durante la toma de imágenes.*

**** Leyenda:**

NIVEL DE RIESGO	RIESGO ADICIONAL APROXIMADO DE CÁNCER FATAL POR EL EXAMEN PARA UN ADULTO:
Insignificante:	menos de 1 en 1.000.000
Mínimo:	1 en 1.000.000 a 1 en 100.000
Muy bajo:	1 en 100.000 a 1 en 10.000
Bajo:	1 en 10.000 a 1 en 1.000
Moderado:	1 en 1.000 a 1 en 500

www.RadiologyInfor.org

1. Es necesario hacer visible la epidemia causada por la contaminación para poder afrontarla.
2. Debido a que los determinantes ambientales de la salud tienen causas económicas y sociales, son necesarias medidas políticas colectivas y son las Administraciones públicas las que deben hacerse responsables de la salud ambiental.
3. Es necesario un organismo que integre y coordine todos los servicios de los distintos departamentos en Cataluña con competencias ambientales y sus influencias sobre la salud, bajo la tutela de la Agencia de Salud Pública.
4. Además de aclarar competencias y responsabilidades, así como dotar los diferentes niveles de Administración pública de los recursos necesarios para llevar a cabo las funciones de prevención y protección de la salud, será necesario también un liderazgo político fuerte, con el apoyo de la ciudadanía.
5. Hay que impulsar decididamente la formación en la creciente importancia de los determinantes ambientales de la salud de los profesionales sanitarios que ejercen en la atención directa a los pacientes, para dotarlos de los conocimientos emergentes y que puedan ejercer la profesión con principios de buena praxis.
6. Se debe incorporar a la práctica clínica diaria (antecedentes, historia clínica, investigación, etc.), además de los riesgos en hábitos y pautas de conducta individual, los riesgos ambientales para la salud.
7. Se debe fomentar de una manera reglada la información, la participación y la implicación de la ciudadanía en las decisiones sobre medio ambiente sostenible y saludable. Un instrumento para trabajar con este objetivo pueden ser los Consejos de Salud de participación.

- ¹ Porta M, Ballester F, Gasull M, Bosch M, Puigdomenech E, López MJ. Nuestra contaminación interna. Los libros de la Catarata. 2009.
- ² A New Perspective on the Health of Canadians. M. Lalonde. Ministerio de Salud de Canadá. 1974.
- ³ Segura A. La salud y la enfermedad. Determinantes y consecuencias. En: Hernández-Aguado A et al (Eds). Manual de Epidemiología y Salud Pública para grados en ciencias de la salud. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2011; 3-6.
- ⁴ Acheson D. Independent Inquiry into Inequalities in Health Report, 1998.
- ⁵ Dahlgren G, Whitehead M. Policies and strategies to promote equity in health. Copenhagen: World Health Organisation, 1991.
- ⁶ OMS 2009 (A62/UR/8) Reduir les inequitats sanitàries actuant sobre els determinants socials de la salut. Documento de la Comisión: A62/9 de 2008.
- ⁷ Martí-Valls J, Sancho N, Mestres C, Homs M. El Medi Ambient i la Salut: Qualitat de l'aire, contaminació química, soroll i radiacions. Anàlisi de legislació i experiències de bones pràctiques. Ed. CAPS I CADS, septiembre 2010. (www.caps.cat).
- ⁸ Brunekreef B, Holgate ST. Air Pollution and Health. Lancet 2002;360:1233-42.
- ⁹ WHO 2001. Quantification of Health Effects of Exposure to Air Pollution. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (EUR/01/50266342).
- ¹⁰ WHO 2003. Health aspects of air pollution which particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (EUR/03/5042688).
- ¹¹ WHO 2006. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution, 2006. European Centre for Environment and Health Bonn Office; 2006.
- ¹² IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC 978052170596-7 Paperback; 2007.
- ¹³ Querol X. Calidad del aire, partículas en suspensión y metales. Rev Esp Salud Pública 2008;82:447-54.
- ¹⁴ Sunyer J. Contaminación atmosférica y mortalidad. Med Clin (Barc) 2002;119:453-4.
- ¹⁵ Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zefer SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities 1987-1994. N Engl J Med 2000;343:1798-9.
- ¹⁶ Katsouyanni K, Toulami G, Samoli E et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA project. Epidemiology 2001;12:521-31.
- ¹⁷ Ballester F, Saez M, Pérez-Hoyos S, et al. The EMECAM project: a multicentre study on air pollution and mortality in Spain: combined results for particulates and for sulfur dioxide. Occup Environ Med 2002;59:300-8.
- ¹⁸ Dockery DW, Pope CA, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. N Engl J Med 1993;32:1753-9.
- ¹⁹ Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, et al. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in non-smokers. Am J Respir Crit Care Med 1999;159:372-82.
- ²⁰ Sunyer J, Schwartz J, Tobias A, et al. Patients with chronic obstructive pulmonary disease are at increased risk of death associated with urban particle air pollution. Am J Epidemiol 2000;151:50-6.
- ²¹ Pope AC, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002;287:1132-41.
- ²² Gauderman W, McConnell R, Gilliland F, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California children. Am J Respir Crit Care Med 2001;162:1383-90.
- ²³ Pérez L, Sunyer J, Künzli N. Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona Metropolitan Area (Spain). Gac Sanit 2009;23:287-94.
- ²⁴ WHO. World Health Organization. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. 2005.
- ²⁵ Pope CA, Ezzati M, Dockery DW. Fine-Particulate air pollution and life expectancy in the United States. N Engl J Med. 2009;360:376-86.
- ²⁶ Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zefer SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. N Engl J Med. 2000;343:1798-9.
- ²⁷ Medina S, et al. Apheis: public health impact of PM10 in 19 European cities. J Epidemiol Community Health 2004;58:831-6.
- ²⁸ Alonso E, Martínez T, Cambra K, et al. Evaluación en cinco ciudades españolas del impacto en salud de la contaminación atmosférica por partículas. Proyecto Europeo APHEIS. Rev Esp Salud Pública 2005;79.
- ²⁹ Mailing BJ, Ostro BD. Coarse particles and mortality: evidence from a multicity study in California. Occup Environ Med 2009;66:832-839.
- ³⁰ Salomon S, Qin D, Manning M. Editores. Intergovernment Panel on Climate Change. 2007. Nova York: Cambridge University Press; 2007.
- ³¹ 2n Informe del Grup d'Experts sobre el Canvi Climàtic a Catalunya (GECCC) CADS. Generalitat de Catalunya. www15.gencat.cat/cads.
- ³² Costello A, Abbas M, Allen A, et al. Managing the health effects of climate change. Lancet 2009;373:1693-733.
- ³³ Campbell D, Corvalan C, Neira M. Global climate change: implications for international public health policy. Bull World Health Organ. 2007;85:235-7.
- ³⁴ Sunyer J. Promoción de la salud frente al cambio climático. Gac Sanit 2010;24:101-2.
- ³⁵ Robine JM, Cheung SLK, Le Roy S, et al. Death toll exceeded 70.000 in Europe during the summer of 2003. C R Biol 2008;331:171-8.
- ³⁶ Saiegh R. Informe del Grup d'Estudis del GAPS del Col·legi de Metges de Barcelona sobre EL MEDI AMBIENT I LA SALUT. Editorial Laia, Barcelona 1981.
- ³⁷ WHO EU. Health and Environment in Europe: Progress assessment. OMS 2010.
- ³⁸ Antó JM. Es necesario cambiar el actual modelo de protección de la salud ante los riesgos ambientales. Quadern CAPS; n. 29, 2000, Barcelona.
- ³⁹ Endocrine Reviews 2012 (first published ahead of print). March 14 (edvr.endojournals.org).
- ⁴⁰ Porta M, Puigdomènech E, Ballester F. Nuestra contaminación interna. Los libros de la Catarata. 2009.
- ⁴¹ López L, Baselga M, Brossa J, et al. Plaguicidas de uso ambiental: un riesgo poco conocido de accidentes por plaguicidas en la provincia de Barcelona 1994-99. Quadern CAPS núm. 29, 2000, Barcelona.
- ⁴² Obiols J, López F. Nota Técnica de Prevención número 595. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación. Plaguicidas: riesgos en las aplicaciones en interior de locales.
- ⁴³ Obiols J. Nota Técnica de Prevención número 557. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación. Intolerancia Ambiental Idiopática (IAI): Sensibilidad Química Múltiple (SQM) y fenómenos asociados.
- ⁴⁴ Prüss-Ustún A, et al. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. Environmental Health 2011; 10(9): 1-15.
- ⁴⁵ Valls-Llobet C. Mujeres, Salud y Poder. 2009. Editorial Cátedra.
- ⁴⁶ Documento de Consenso sobre Sensibilidad Química Múltiple. Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Observatorio de Salud de las Mujeres. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. 2011.
- ⁴⁷ Nogué S, Alarcón M, Martínez JM, Delclós J, Rovira E, Fernández J. Multiple chemical sensitivity: epidemiological, clinical and prognostic differences between occupational and non-occupational cases. Med Clin (Barc) 2010 Jun 12;135(2):52-8.
- ⁴⁸ Valls-Llobet C. Salut i influències químiques des del medi ambient. Quadern CAPS. 2008.
- ⁴⁹ Crain A, et al. Female reproductive disorders: the roles of endocrine-disrupting compounds and developmental timing. Fertility and Sterility 2008;90(4):911-40.
- ⁵⁰ Toppari J. Is semen quality declining? Andrologia 1996;28:307-8.
- ⁵¹ Prüss-Ustún A, et al. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. Environmental Health 2011;10(9):1-15.
- ⁵² Valls-Llobet C. Mujeres, Salud y Poder. 2009. Editorial Cátedra.
- ⁵³ Porta M, Ballester F, Gasull M, Bosch de Basea M, Puigdomènech E, López-Espinosa MJ. Los compuestos tóxicos persistentes: una introducción. En: Porta M, Puigdomènech E, Ballester F, eds. Nuestra contaminación interna. Concentración de compuesto tóxicos persistentes en la población española. Editorial Catarata, 2009; 30-1.
- ⁵⁴ Farmer PB, Singh R. Use of DNA adducts to identify human health

- risk from exposure to hazard use environmental pollutants: the increasing role of mass spectrometry in assessing biologically effective doses of genotoxic carcinogens. *Mutat Res*. 2008 Jul-Aug; 659(1-2):68-76.
- ⁵⁵ Bretveld R, Zielhuis GA, Roeleveld N. Time to pregnancy among female greenhouse workers. *Scand J Work Environ Health* 2006;32(5):359-67.
- ⁵⁶ Thrasher JD, Heuser G, Broughton A. Immunological abnormalities in humans chronically exposed to Vallschloropyrifos. *Arch Environ Health*. 2002;57(3):181-7.
- ⁵⁷ Pall ML, Anderson JH. The vanilloid receptor as a putative target of diverse chemicals in multiple chemical sensitivity. *Arch Environ Health* 2004;59(7):363-75. Review.
- ⁵⁸ Bell IR, Baldwin CM, Schawartz GE. Illness from low levels of environmental chemicals: relevance to chronic fatigue syndrome and fibromyalgia. *Am J Med* 1998;105(3A):74S-82-S.
- ⁵⁹ Soltkoff A, Radulovic D, Clauw D. The relationship between fibromyalgia and the multiple chemical sensitivity syndrome. *Scand J Rheumatol* 1997;26:364-7. Secretion by cadmium in male rats. *BioMetals* 1998;11:183-8.
- ⁶⁰ Pollet N, Schmidt HA, Gawantka V, Niehrs C, Vingron M. In silico analysis of gene expression patterns during early development of *Xenopus laevis*. *Pac Symp Biocomput*. 2000:443-54.
- ⁶¹ Buchwald D, Garrity D. Comparison of patients with chronic fatigue syndrome, fibromyalgia and multiple chemical sensitivities. *Arch Intern Med* 1994b;154:2049-53.
- ⁶² Gray J, Evans N, Taylor B, Rizzo J, Walker M State of the evidence: the connection between breast cancer and the environment. *Int J Occup Environ Health*. 2009 Jan-Mar;15(1):43-78.
- ⁶³ Unger M, Kiaer H, Blichert-Toft M, Olsen J, Clausen J. Organochlorine compounds in human breast fat from deceased with and without breast cancer and in a biopsy material from newly diagnosed patients undergoing breast surgery. *Environ Res* 1984;34: 24-8.
- ⁶⁴ Dey S, Soliman AS, Merajver SD. Xenoestrogens may be the cause of high and increasing rates of hormone receptor positive breast cancer in the world. *Med Hypotheses*. 2009 Jun;72(6):652-6.
- ⁶⁵ Argo J. Chronic diseases and early exposure to airborne mixtures: Part III. Potential origin of pre-menopausal breast cancers. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2009 Apr 1.
- ⁶⁶ COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL CONSEJO Y AL PARLAMENTO EUROPEO, Aplicación de la estrategia comunitaria en materia de alteradores endocrinos-substancias de las que se sospecha interfieren en los sistemas hormonales de seres humanos y animales-COM (1999) 706 final. Bruselas 17.12. 1999.
- ⁶⁷ Aplicación de la estrategia comunitaria en materia de alteradores endocrinos-substancias de las que se sospecha interfieren en los sistemas hormonales de seres humanos y animales-COM. Comunicación de la comisión al consejo y al parlamento europeo 2001; 262 final. Bruselas 14.06. 2001.
- ⁶⁸ Obiols J. Alteradores endocrinos: aspectos generales, estrategia comunitaria. Agencias. Nota Técnica de Prevención. Número 757. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación.
- ⁶⁹ Mniff W, Ibn Hadj A, Bouaziz A, Bartegui A, Thomas O, Roig B. Effect of endocrine Disruptor Pesticides. A review *Int J Environ Res Public Health* 2911;8:2265-302.
- ⁷⁰ Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2012. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación.
- ⁷¹ Bradlow HL, Hershcopf RJ, Martucci CP, Fishman J. Estradiol 16 alpha-hydroxylation in the mouse correlates with mammary tumor incidence and presence of murine mammary tumor virus: a possible model for the hormonal etiology of breast cancer in humans. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1985Sep;82(18):6295-9.
- ⁷² Ibarluzea JM, Fernández M, Santa-Marina L, Olea-Serrano M, Rivas AM, Aurrekoetxea J, Expósito J, Lorenzo M, Torné J, Villalobos M, Pedraza V, Sasco AJ, Olea N. Breast cancer risk and the combined effect of environmental estrogens. *Cancer Causes and Control*. 2004.15: 591-600.
- ⁷³ García-Morales P, et al. Effect of Cadmium on estrogen receptor levels and Estrogen-induced Responses in Human Breast Cancer Cells. *J. Biol. Chem.* García-Morales et al. 269 (24): 16896. (5798K).
- ⁷⁴ Martin MB, Reiter R, Pham T, Avellanet YR, Camara J, Lahm M, et al. Estrogen-like activity of metals in MCF-7 breast cancer cells. *Endocrinol* 2003;144:2425-36.
- ⁷⁵ Johnson MD, Kenney N, Stoica A, Hilakivi-Clarke L, Singh B, Chepko G, et al. Cadmium mimics the in vivo effects of estrogen in the uterus and mammary gland. *Nat Med* 2003.
- ⁷⁶ Silva E, López-Espinosa MJ, Molina-Molina MJ, Fernández M, Olea N, Kortenkamp A. Lack of activity of cadmium in in vitro estrogenicity assays. *Toxicol Appl Pharmacol* 2006;216:20-8.
- ⁷⁷ McElroy JA, Shafer MM, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Newcomb PA. Cadmium exposure and breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 2006;98:869-73.
- ⁷⁸ Ionescu JG, Novotny J, Stejskal V, Latsch A, Blaurock-Busch E, Eisenmann-Klein M. Increased levels of transition metals in breast cancer tissue. *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27 (Suppl 1):36-9.
- ⁷⁹ Strumylaitė L, Boguševičius A, Abdrachmanovas O, Baranauskienė D, Kregždys R, Pranys D, et al. Cadmium concentration in biological media of breast cancer patients. *Breast Cancer Res Treat* 2010; DOI 10.1007/s10549-010-1007-8. Epub 2010 Jul 6.
- ⁸⁰ IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Non-Ionizing Radiation. 2002;80.
- ⁸¹ Anghileri LJ, et al. Radiofrequency-induced carcinogenesis: cellular calcium homeostasis changes as a triggering factor. *Int J Radiat Biol* Vol. 81, No. 3, March 2005, pp. 205-209.
- ⁸² Kheifets LI, et al. Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis. *Journal of Occupational & Environmental Medicine* November 1997 - Volume 39 - Issue 11 - pp. 1074-1091.
- ⁸³ Milham S Jr. Mortality in workers exposed to electromagnetic fields. *Environ Health Perspectives* 1985 octubre, 62: 297-300.
- ⁸⁴ The INTERPHONE Study Group, Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol* 2011;35(5):453-64.
- ⁸⁵ Hardell L, et al. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ONCOLOGY* 2011; 38: 1465-74.
- ⁸⁶ Hardell L, et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occup Environ Med* 2007; 64:626-32 doi: 10.1136/oem.2006.029751.
- ⁸⁷ Levis AG, et al. Mobile phones and head tumours. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies - how do they arise? *Environmental Health* 2011, 10:59.
- ⁸⁸ The INTERPHONE Study Group, Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol*. 2011 Oct;35(5):453-64. Epub 2011 Aug 23.
- ⁸⁹ Seung-Kwon, et al. Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis *J Clin Oncol*. 2009 Nov 20;27(33):5565-72. Epub 2009 Oct 13.
- ⁹⁰ Han YY. Cell phone use and acoustic neuroma: the need for standardized questionnaires and access to industry data *Surg Neurol* 2009;72(3):216-22; discussion 222. Epub 2009 Mar 27.
- ⁹¹ The INTERPHONE Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol* 2011;35(5):453-64. Epub 2011 Aug 23.1.
- ⁹² Hardell L, et al. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol*. 2011 May;38(5):1465-74. doi: 10.3892/ijo.2011.947. Epub 2011 Feb 17.
- ⁹³ Cardis E. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries *Occup Environ Med*. 2011 Sep;68(9):631-40. Epub 2011 Jun 9.
- ⁹⁴ Hardell L, et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years *Occup Environ Med*. 2007 Sep;64(9):626-32. Epub 2007 Apr 4.
- ⁹⁵ Khurana V, et al. Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data *Surg Neurol* 2009;72(3):205-14; discussion 214-5. Epub 2009 Mar 27.
- ⁹⁶ Hardell L, et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or = 10 years. *Occup Environ Med* 2007 Sep;64(9):626-32. Epub 2007 Apr 4.
- ⁹⁷ Wolf and Wolf Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station, *International Journal of Cancer Prevention* 2004 Vol.1 num 2.
- ⁹⁸ Erren TC. A meta-analysis of epidemiologic studies of electric and magnetic fields and breast cancer in women and men. *Bioelectromagnetics* 2001;Suppl 5:S105-19.
- ⁹⁹ Anghileri LJ, et al. Evaluation of health risk caused by radiofrequency accelerated carcinogenesis: the importance of processes driven by calcium ion signal, *Eur J Cancer Prev*. 2006 Jun;15(3):191-5.
- ¹⁰⁰ Wittman S. Le progrès 2008; Dec 18. www.next-up.org
- ¹⁰¹ Blank M, et al. DNA is a fractal antenna in electromagnetic

- fields. *Int J Radiat Biol* 2011 Abr;87(4):409-15. Epub 2011 Feb 28.
- ¹⁰² Shen YH, et al. Effects of mobile-phone microwave on dimethylbenz (a) anthracene induced mammary carcinoma development in rats. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*. 2006 May 40(3):164-7.
- ¹⁰³ Bartsch H, et al. Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: results of three consecutive studies. *Neuro Endocrinol Lett*. 2010;31(4):457-73.
- ¹⁰⁴ Ki-Bum K, et al. Two-Dimensional Electrophoretic Analysis of Radio Frequency Radiation-Exposed MCF7 Breast Cancer Cells. *J Radiat Res* 2010;51(2):205-13.
- ¹⁰⁵ Chen C, Ma X, Zhong M, Yu Z. Extremely low-frequency electromagnetic fields exposure and female breast cancer risk: a meta-analysis based on 24,338 cases and 60,628 controls. *Breast Cancer Res Treat*. 2010 Sep;123(2):569-76. Epub 2010 Feb 10.
- ¹⁰⁶ Davanipour Z, Sobel E. Long-term exposure to magnetic fields and the risks of Alzheimer's disease and breast cancer: Further biological research. *Pathophysiology*. 2009 Aug;16(2-3):149-56. Epub 2009 Mar 10.
- ¹⁰⁷ Repacholi MH, Basten A, GebSKI V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res*. 1997 May;147(5):631-40.
- ¹⁰⁸ Mayayo E. Riscos per la salut de les radiacions no ionitzants. *Quadern CAPS temàtic* 2008; pág. 26.
- ¹⁰⁹ BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 9:4.
- ¹¹⁰ BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 12:17.
- ¹¹¹ Sandrine Wittman, investigadora en cancerología de Lyon. *Le progrès*. 2008 Dec 18. www.next-up.org
- ¹¹² BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 17:8.
- ¹¹³ Huber R, Schuderer J, Graf T, Jütz K, Borbély AA, Kuster N, Achermann P. Radio frequency electromagnetic field exposure in humans: Estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate. *Bioelectromagnetics*. 2003 May;24(4):262-76.
- ¹¹⁴ Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, Nilsson JP, Arnetz B. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms. *Bioelectromagnetics*. 2011 Jan;32(1):4-14.
- ¹¹⁵ Van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D. Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study. *West J Med* 2000 Aug;173(2):94-100.
- ¹¹⁶ BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 1:17.
- ¹¹⁷ Blank M, Goodman R. Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology*. 2009 Aug;16(2-3):71-8. Epub 2009 Mar 5.
- ¹¹⁸ Sykes PJ, McCallum BD, Bangay MJ, Hooker AM, Morley AA. Effect of exposure to 900 MHz radiofrequency radiation on intrachromosomal recombination in pKZ1 mice. *Radiat Res*. 2001 Nov;156(5 Pt 1):495-502.
- ¹¹⁹ Karinen A, Heinävaara S, Nylund R, Leszczynski D. Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. *BMC Genomics*. 2008 Feb 11;9:77.
- ¹²⁰ Muro AF. Cómo contrarrestar la contaminación electromagnética del organismo. *Discovery Salud* 2010;128.
- ¹²¹ Barrie Trower al reportatge Nueva denuncia del peligro de los móviles, antenas de telefonía, Wi-Fi y otros dispositivos. *Discovery Salud*. 2010 Oct;131.
- ¹²² Jurewicz J, Hanke W, Radwan M, Bonde JP. Environmental factors and semen quality. *Int J Occup Med Environ Health*. 2009;22(4):305-29. Review.
- ¹²³ Desai NR, Kesari KK, Agarwal A. Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reprod Biol Endocrinol*. 2009 Oct 22;7:114. Review.
- ¹²⁴ Hardell L, Mild KH, Carlberg M, Söderqvist F. Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones. *World J Surg Oncol*. 2006 Oct 11;4:74.
- ¹²⁵ BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields, 2007 Aug; Section 1:18.
- ¹²⁶ Bruno C. A cross sectional investigation on the health status in a population exposed to 50Hz magnetic fields in a district of Rome: hematological and immunological parameters. *Conferencia del Congreso ISEE Barcelona septiembre* 2011.
- ¹²⁷ Stankiewicz W, Dabrowski MP, Kubacki R, Sobiczewska E, Szmi-gielski S. Immunotropic influence of 900 MHz microwave GSM signal on human blood immune cells activated in vitro. *Electromagn Biol Med*. 2006;25(1):45-51.
- ¹²⁸ Tice RR, Hook GG, Donner M, McRee DI, Guy AW. Genotoxicity of radiofrequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells. *Bioelectromagnetics*. 2002 Feb;23(2):113-26.
- ¹²⁹ Next-up organisation. CEM et altération Numération Formule Sanguine. www.next-up.org.
- ¹³⁰ Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. *Eur J Neurosci*. 2005 Feb;21(4):1000-6.
- ¹³¹ Kwon MS, Vorobyev V, Kännälä S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, Johansson J, Teräs M, Lindholm H, Alanko T, Hämäläinen H. GSM mobile phone radiation suppresses brain glucose metabolism. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism* 2011;DOI:10.1038/jcbfm.2011.128.
- ¹³² Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiology*. 2009 Aug;16(2-3):103-12. Epub 2009 Apr 2.
- ¹³³ Havas M. Electromagnetic hypersensitivity: biological effects of dirty electricity with emphasis on diabetes and multiple sclerosis. *Electromagn Biol Med*. 2006;25(4):259-68. Review.
- ¹³⁴ BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields, 2007 Aug; Section 1:8.
- ¹³⁵ Ferris J. Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas. *Rev Esp pediatr* 2010;66(3):151-61.
- ¹³⁶ Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R. Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukemia. *Br J Cancer*. 2006 Jan 16;94(1):161-4. Erratum in: *Br J Cancer*. 2006 Mar 27;94(6):940.
- ¹³⁷ BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields, 2007 Aug; Section 1:8.
- ¹³⁸ Krause CM, Björnberg CH, Pesonen M, Hultén A, Liesivuori T, Koivisto M, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task. *Int J Radiat Biol*. 2006 Jun;82(6):443-50.
- ¹³⁹ Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol*. 2011 May;38(5):1465-74.
- ¹⁴⁰ Li DK, Chen H, Odouli R. Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011 Oct;165(10):945-50. Epub 2011 Aug 1.
- ¹⁴¹ Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology*. 2008 Jul;19(4):523-9.
- ¹⁴² Ferris J, Ortega JA, Soldin OP, Navarro EA, Garcia J, Fuster JL. Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas. *Rev Esp Pediatr* 2010;66(3):151-61.
- ¹⁴³ Resolución 1815 de la Asamblea Parlamentaria del Consejo Europeo. The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment. Mayo 2011.

Números publicados en catalán

- **Núm. 0:** Recomendaciones para la correcta profilaxis antitetánica.
- **Núm. 1:** El médico y el enfermo de sida.
- **Núm. 2:** Prevención del tromboembolismo venoso.
- **Núm. 3:** La valoración preoperatoria.
- **Núm. 4:** Finalidad y uso de la historia clínica.
- **Núm. 5:** Diagnóstico prenatal de los defectos congénitos.
- **Núm. 6:** Informes y certificados sobre el enfermo mental.
- **Núm. 7:** Cómo actuar cuando un médico es portador del virus de la inmunodeficiencia humana o de los virus de la hepatitis B o C.
- **Núm. 8:** La información clínica facilitada al paciente.
- **Núm. 9:** Normas de actuación después de una exposición accidental a sangre u otros fluidos biológicos en el medio sanitario.
- **Núm. 10:** Guía de la buena prescripción: manual práctico.
- **Núm. 11:** Prevención y manejo de riesgos. Análisis de reclamaciones (Médicos de Atención Primaria).
- **Núm. 12:** Guía de actuación en la situación de agonía del enfermo terminal.
- **Núm. 13:** Detección del maltrato intrafamiliar a la mujer (MIM).
- **Núm. 14:** Guía de actuación en la aplicación de las vacunas.
- **Núm. 15:** Cómo prestar una asistencia de calidad a personas que están en residencias geriátricas.
- **Núm. 16:** Los inmigrantes y su salud.
- **Núm. 17:** Guía para prevenir y gestionar la violencia en el lugar de trabajo contra los médicos.
- **Núm. 18:** Informes clínicos, herramientas de comunicación.
- **Núm. 19:** Detección y orientaciones terapéuticas en los trastornos del comportamiento alimentario.
- **Núm. 20:** Maltratos a la tercera edad.
- **Núm. 21:** Cómo actuar cuando un médico es portador del virus de la inmunodeficiencia humana o de los virus de la hepatitis B o C.
- **Núm. 22:** La gripe, la gripe aviaria y la amenaza de una pandemia gripal.
- **Núm. 23:** Orientaciones medicolegales de la atención en los servicios de urgencias.
- **Núm. 24:** Fibromialgia y síndrome de fatiga crónica.
- **Núm. 25:** El consentimiento informado. La toma de la decisión informada del paciente.
- **Núm. 26:** Valoración del estado de salud de las personas solicitantes de adopción.
- **Núm. 27:** Aspectos médicos relacionados con la conducción de vehículos.
- **Núm. 28:** Historia clínica, tecnologías de la información y derechos del paciente.
- **Núm. 29:** Praxis médica y reclamaciones judiciales.

Números publicados en catalán y castellano

- **Núm. 30:** El medio ambiente y la salud.
- **Núm. 31:** El abordaje médico de la violencia hacia las mujeres y sus hijos e hijas.
- **Núm. 32 (próxima publicación):** Contenciones.

Se disponen de ejemplares de los Cuadernos de la Buena Praxis en papel con un coste unitario de 20 € (gastos de envío no incluidos).

Los interesados pueden enviar una solicitud a cecfmc@comb.cat.

Cuadernos de la Buena Praxis



CENTRO DE ESTUDIOS COLEGALES
Colegio Oficial de Médicos de Barcelona

Paseo de la Bonanova, 47. 08017 Barcelona.
<http://cec.comb.cat>