

INFORME SOBRE RADIOFRECUENCIAS Y SALUD (2009-2010)

Enero 2011

© *Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS)*

Apdo. de Correos 155, 28230 Las Rozas, Madrid

www.ccars.es

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR EN RADIOFRECUENCIAS Y SALUD (CCARS).

Bajo el patronazgo de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid

Presentación

Esta es la tercera edición del Informe del Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (**CCARS**) tras una primera publicada en 2006, elaborada a solicitud del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, y el segundo (correspondiente al bienio 2007-2008) que recogía la valoración de riesgos relacionados con la exposición a señales de radiofrecuencias, preferentemente de radiocomunicación, y que fue publicado en enero de 2009. Este segundo Informe tuvo una notable acogida entre los actores implicados en el tema.

El despliegue de infraestructuras necesarias para suministrar servicios de telefonía móvil sigue con importante ritmo a la vez que se incrementa el potencial de uso del móvil con nuevas y atractivas aplicaciones. Un reciente trabajo aparecido en un diario de tirada nacional (El País, Jueves 30 de Septiembre de 2010) señala que el móvil, presente en el 93% de los hogares españoles, es el segundo aparato, tras el televisor, que ha invadido el dormitorio.

Este uso casi intensivo del móvil coincide con las preocupaciones sociales respecto a los efectos que las radiofrecuencias pueden generar en la salud. De ahí que por un lado se considere necesario la intervención de instituciones o comités de referencia que asesoran en cuestiones técnicas y sanitarias. Esta tarea ha sido asumida en España por el Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud bajo el patrocinio de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid. El **CCARS** es una institución independiente formada por reconocidos expertos en

Medicina, Física, Química, Biología, Epidemiología y Derecho, cuya composición evoluciona para ir afrontando los retos que la problemática objeto de su análisis requiere. La composición actual del **CCARS** se recoge en un apéndice del presente informe y también puede ser consultada en la página Web del Comité (www.ccars.es), página que recoge asimismo información sobre las actividades y objetivos del **CCARS**. En el año 2010 se ha lanzado además un Boletín que se envía, mediante correo electrónico, a las listas de distribución de que se dispone en la base de datos de la Secretaría del Comité. La recepción de Boletín queda abierta a la solicitud de nuevos lectores interesados en la recepción de dicho Boletín. En su actual composición, el **CCARS** ha tratado de reforzar las pericias en los ámbitos de la biología básica y de la norma y el Derecho.

Como se señalaba en la presentación del Informe correspondiente al bienio 2007-2008, entre los principales objetivos del **CCARS** está el facilitar asesoramiento científico e información clara, independiente y actualizada a todas las entidades públicas y privadas, así como a los ciudadanos en general sobre la expansión a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias y a sus efectos sobre la salud humana. En el periodo 2009-2010, objeto del presente informe, se ha continuado investigando y publicando estudios experimentales, e informes sobre los efectos en la salud debidos a la exposición de los campos electromagnéticos de radiofrecuencias emitidos por las estaciones base de telefonía móvil (antenas) y por la utilización de los terminales (teléfonos móviles) así

como trabajos realizados con modelos o en condiciones de laboratorio. Particularmente relevante ha sido la publicación de los resultados del estudio *INTERPHONE*, al que se dedica un apartado especial en la sección 3.3.2. En el presente informe se ofrecen resúmenes sobre las revisiones científicas acerca de los posibles efectos de la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia realizados por instituciones internacionales de referencia. Entre éstas se encuentran el *Comité Científico de la Unión Europea sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, SCENIHR)*; la *Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP)*; la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*; la *Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y el Trabajo (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, AFSSET)*; tres Academias Francesas, la *Academia Nacional de Medicina*, la *Academia de Ciencias* y la *Academia de las Tecnologías*. Se ha analizado igualmente el posicionamiento de las autoridades de los países nórdicos.

En el ámbito de la preocupación social, el bienio no ha sido particularmente agitado. Francia ha sido el país que en el año 2009 manifestó mayores niveles de preocupación, especialmente en relación al creciente y abusivo uso del teléfono móvil por parte de los niños. Eso puede explicar que se haya producido importantes reacciones por parte de las organizaciones científicas y reguladoras francesas. Sin embargo, cabe destacar que de acuerdo con los resultados del *Eurobarómetro Especial 2010* sobre los efectos sobre la salud de los campos electromagnéticos, los españoles se encuentran entre los europeos más preocupados por los efectos

potenciales de los campos electromagnéticos sobre la salud, aunque al mismo tiempo se sitúan entre los que poseen más bajos niveles de conocimiento sobre la materia. Por ello, la existencia de entidades independientes como el *CCARS*, que tiene entre uno de sus objetivos el proporcionar información objetiva y basada en la evidencia científica, se hace cada vez más necesaria en nuestra sociedad.

Por otra parte, cabe destacar que en el presente informe no solo se analizan resultados científicos sobre la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias, sino que se aborda otro aspecto de suma importancia en la relación sociedad-nuevas tecnologías: el ámbito jurídico. Por ello, el informe aborda el análisis de distintas resoluciones judiciales que han tenido lugar en España en relación con la exposición a campos electromagnéticos.

En España, dentro del terreno del debate público la situación durante el bienio ha venido marcada por una iniciativa del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (*CSIC*). Dentro de un ciclo de Debates Científicos organizado por la Vicepresidencia Adjunta de Organización y Cultura Científica, se trató el tema de las Radiofrecuencias y Salud con la intervención de dos ex-miembros del *CCARS*, el Profesor Antonio Hernando y el Doctor Alejandro Úbeda. Como fruto habitual de esos debates se ha publicado un libro (*Radiofrecuencias y Salud, CSIC, Los libros de la Catarata, Madrid, 2010*) en el que además de las contribuciones de los dos científicos mencionados figura un texto de José María Suárez, periodista y coordinador de la Sección de Política Sanitaria de Diario Médico en el que termina con la siguiente declaración: “Si usted toma la acertada decisión de continuar la lectura de este libro, experimentará la misma sensación que sigo percibiendo en cada ocasión que tengo el placer de hablar con un investigador: nadie, en cualquier ámbito, está en posesión de la verdad absoluta, y más si cabe en el

ámbito de la Medicina y en el de la ciencia en su sentido más amplio, donde los avances y la capacidad de sorpresa parecen ilimitados". De ahí que la tarea del CCARS nos parezca cada vez más importante.

Índice

PRESENTACIÓN	I
1. RESUMEN EJECUTIVO	3
2. ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE LOS EFECTOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE RADIOFRECUENCIA RELEVANTES PARA LA SALUD	5
2.1 Efectos de la exposición a radiofrecuencias sobre la biología de las células: estudios <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i>	5
2.2 Estudios sobre el sistema nervioso	7
2.2.1 Estudios sobre el riego sanguíneo en el cerebro	7
2.2.2 Estudios sobre la memoria en ratas jóvenes	7
2.2.3 Estudios sobre cultivos de neuronas	7
2.2.4 Estudio sobre cultivos de células de glía	8
2.2.5 Efectos de las emisiones de radiofrecuencia sobre el sistema inmune	8
3. ESTUDIOS CLÍNICOS Y EPIDEMIOLOGÍCOS	10
3.1 Metodología	10
3.2 3. Efectos de los CEM de RF sobre la salud.	11
3.3 Teléfonos móviles	13
3.3.1 Tendencia temporal de la incidencia de los tumores de sistema nervioso central en la infancia (0-14 años de edad) en España.	14
3.3.2 Estudio INTERPHONE.	17
3.3.2.1 Metodología	17
3.3.2.2 Resultados del estudio.	18
3.3.2.3 Conclusiones	18
3.4 Resumen de estudios y revisiones científicas internacionales.	19
3.4.1 SCENIHR	19
3.4.2 ICNIRP	20
3.4.3 AFSSET	21
3.4.4 Organización Mundial de la Salud (OMS)	22
3.4.5 Academia Nacional de Medicina, Academia de Ciencias y Academia de las Tecnologías de Francia.	23

3.5	Antenas de telefonía móvil	24
3.6	Declaración de las Autoridades Nórdicas	26
3.7	Observaciones finales	27
4.	FUENTES DE EMISIÓN DE RADIOFRECUENCIAS Y EXPOSICIÓN	29
4.1	Niveles de exposición a las radiofrecuencias	29
4.2	Europa: Exposición a diferentes fuentes	31
4.3	España: Niveles de exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de las estaciones base de Radiocomunicaciones	32
4.3.1	Medidas en lugares sensibles	32
4.3.1.1	Análisis de los niveles de exposición en lugares sensibles	33
4.4	Auditorías de certificaciones anuales	33
4.5	Nuevas consideraciones en dosimetría	34
4.6	Reglamentación sobre la exposición: Directivas y Normas	34
5.	RESOLUCIONES JUDICIALES SOBRE RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	36
6.	PERCEPCIÓN SOCIAL EN EUROPA SOBRE EFECTOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	44
6.1	Algunos resultados	44
6.2	Como colofón	46
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
8.	REFERENCIAS	51
	GLOSARIO Y ACRÓNIMOS	59
	COMPOSICIÓN DEL CCARS	67

1. Resumen ejecutivo

El presente informe se ha realizado en base a los resultados publicados durante los últimos años, especialmente durante los años 2009 y 2010, por organismos, comités, agencias y grupos de investigación de reconocido prestigio en el campo del estudio y evaluación de los posibles riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencias. Dentro de los campos de radiofrecuencias, la mayoría de los estudios están centrados en los campos de radiofrecuencia asociados a la telefonía móvil debido, en gran parte, a la alarma social que la aparición de estas nuevas tecnologías ha causado en ciertos núcleos de población

Los estudios experimentales *in vivo* e *in vitro* indican que los campos electromagnéticos de radiofrecuencia utilizados en telefonía móvil, y cuyos niveles se mantengan por debajo de los fijados por el ICNIRP y las recomendaciones de la UE, no son *genotóxicos* ni *mutagénicos* ni inducen *apoptosis* o muerte celular. Aunque algunos trabajos han reportado alteraciones en la dinámica celular, cabe mencionar que en la mayor parte de los estudios los niveles de exposición utilizados son muy superiores a los límites para los que se considera que no existen efectos adversos sobre la salud.

Con respecto a los estudios epidemiológicos cabe destacar que se han publicado los resultados del estudio *INTERPHONE*, un proyecto de investigación epidemiológica (estudio casos-control) en el que han participado 13 países con una metodología común y dirigido a valorar la relación entre el uso de teléfonos móviles y el riesgo de padecer ciertos tumores. Los autores del *INTERPHONE* concluyen que, globalmente, no se ha observado un aumento

del riesgo de *glioma* o *meningioma* por el uso del teléfono móvil. Hay ciertos indicios de un aumento de riesgo de *glioma* en el grupo con los niveles más elevados de exposición (uso del *TM*) pero los *sesgos* y errores metodológicos del estudio impiden establecer una interpretación causal.

El conjunto de los estudios epidemiológicos indican que la exposición a los teléfonos móviles durante períodos menores a 10 años en usuarios adultos sanos no supone un riesgo añadido de padecer tumores cerebrales. No se han realizado estudios concluyentes sobre exposición durante períodos superiores, por lo es necesario profundizar en los efectos a más largo plazo, así como en realizar estudios específicos sobre los efectos en niños y adolescentes.

Los estudios controlados sobre personas que se declaran como hipersensibles a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias asociados a la telefonía móvil (campos generados por teléfonos y antenas) han demostrado que no existe relación causal entre la sintomatología que expresan estas personas y su exposición a este tipo de radiación de radiofrecuencia.

En relación con los estudios de los niveles de exposición de la población a los campos de radiofrecuencia asociados a las estaciones base (antenas de telefonía), las medidas experimentales realizadas en las inmediaciones de estaciones base así como en las denominadas zonas sensibles, muestran que los niveles de exposición se encuentran muy por debajo de los valores de referencia establecidos en la legislación española y recogidos en el Real Decreto 1066/2001 de 28 de

Septiembre de 2001, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Estos límites son los establecidos por la *Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP)*, organización avalada por la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, y por la *Unión Europea (UE)*.

El análisis de distintas resoluciones judiciales sobre los riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos muestra ciertas contradicciones a la hora de considerar que es el *estado de la ciencia* y como éste debe considerarse al establecer una resolución judicial.

El *Eurobarómetro especial* sobre campos electromagnéticos publicado en Junio de 2010 muestra que los ciudadanos españoles se encuentran entre los europeos más preocupados por los campos electromagnéticos, aunque al mismo tiempo se sitúan entre los que poseen más bajos niveles de conocimiento.

Por último, el informe recoge unas conclusiones generales así como unas recomendaciones sobre prioridades de investigación y actuaciones futuras. Entre estas se recoge la necesidad de promocionar los estudios experimentales y epidemiológicos así como elaborar nuevas estrategias en el campo de la dosimetría que permitan una mejor evaluación de los niveles de exposición a los que se encuentra sometida la población.

2. Estudios experimentales sobre los efectos de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia relevantes para la salud

Los datos más relevantes del ámbito experimental se han referido a tres campos de particular interés por su importancia tanto básica como clínica: Biología Celular, Neurobiología e Inmunología. Aunque podríamos resumir que, según los datos publicados, los campos electromagnéticos utilizados en telefonía móvil no son *genotóxicos* ni *mutagénicos* ni parecen inducir *apoptosis* hay que recalcar, sin embargo, que tales datos son, desgraciadamente, escasos, utilizan modelos experimentales poco relacionados entre sí, lo que hace difícil la comparación de los resultados obtenidos que, además, son frecuentemente contradictorios y no aclaran un aspecto clave del problema como es el mecanismo utilizado por las ondas para afectar directa o indirectamente las células y los tejidos.

Parece, por tanto, necesario estandarizar los protocolos experimentales, tanto en modelos in vivo como in vitro, aumentar el número de estudios que específicamente se ocupan de un determinado tipo celular o tejido y abordar el tema de los mecanismos moleculares que permiten a las ondas ejercer sus efectos.

2.1 Efectos de la exposición a radiofrecuencias sobre la biología de las células: estudios *in vivo* e *in vitro*

Este apartado resume los resultados obtenidos mediante *estudios in vivo* e *in vitro* de la exposición a radiofrecuencias de distintos tipos celulares. Para facilitar la lectura se ha optado por reducir las referencias a artículos concretos y, en su lugar, dirigir al lector a trabajos de revisión realizados por comités nacionales o internacionales. En estos trabajos, que se enumeran a continuación y que son de acceso inmediato a través de Internet, aparecen las referencias de los artículos consultados para la elaboración del presente texto:

[SCENIHR-2009] *Health Effects of exposure to EMF*, SCENIHR, 19 enero 2009.

[ICNIRP-2009] *ICNIRP Statement on the "Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)"*.

Algunas conclusiones extraídas de la nota conjunta del 17 de Diciembre de 2009 de tres Academias Francesas (Academia Nacional de Medicina, Academia de Ciencias y Academia de las Tecnologías) [AcadFranc-2009], sobre los efectos celulares de las radiofrecuencias son:

1. Los campos electromagnéticos utilizados en telefonía móvil (*TM*) no generan *radicales libres de oxígeno* ni potencian el *estrés oxidativo*.
2. No son *genotóxicos* ni *mutagénicos*.
3. No parecen ser inductores de *apoptosis* ni tienen efectos aparentes sobre la reproducción o el desarrollo humano y de animales.
4. Más importante aún es que no se conoce ningún posible mecanismo de interacción entre las ondas y las células.

Sin embargo, cuando se hace una revisión más exhaustiva y se analizan algunos trabajos concretos la conclusión a la que se llega es que los resultados disponibles son insuficientes y la mayoría de las veces contradictorios. Por ejemplo, cuando se utiliza como marcador del *estrés oxidativo* la concentración de óxido nítrico en muestras de sangre, el mismo grupo investigador ha descrito dos resultados absolutamente contrarios: unos mostrando un aumento de la concentración del marcador utilizado [Sirmantel-2007a] y otro refiriendo un aumento de la capacidad oxidativa total y un descenso del status oxidante y del índice de *estrés oxidativo* [Sirmantel-2007b]. También neuronas individuales sometidas a campos magnéticos muestran unas veces excitación y otras veces inhibición [Todorovic-2007]. Una contradicción similar se ha publicado respecto a efectos sobre el diámetro arterial y venoso y, en general, sobre el flujo sanguíneo en distintos animales de experimentación así como sobre la ganancia/pérdida de peso o los niveles de glucosa [Hashish-2007].

En algunos estudios con líneas celulares, su exposición *in vitro* a varios cientos de militeslas ($1\text{mT} = 0,001\text{T}$) produce modificaciones en la expresión génica o daños en el *ADN* pero en otros,

incluso utilizando radiofrecuencias mucho mayores, no se han observado tales alteraciones. En este ámbito parece que distintas dosis dan lugar a resultados distintos con respecto a la expresión transitoria de ciertos genes. En otros casos, las células se recuperan rápidamente de los efectos inducidos por las radiofrecuencias, evaluados, por ejemplo, por la inducción de micronúcleos, un marcador de daño de *ADN*.

Recientemente, L. Verschaeve ha revisado los estudios realizados sobre daño genético en sujetos expuestos *in vivo*, en la mayoría de los casos por sus ocupaciones, a distintas radiofrecuencias, incluyendo aquellas generadas por rayos X, radares, antenas de telefonía, teléfonos móviles [Verschaeve-2009]. Aunque la mayoría de los trabajos concluían que los individuos expuestos a radiofrecuencias sufrían con más frecuencia distintos tipos de daños genéticos, otros trabajos no encontraron diferencias entre individuos control e individuos expuestos y, sobre todo, el autor enfatizaba que todos los trabajos mostraban problemas metodológicos graves: falta de información sobre las dosis de exposición, escaso número de muestras tanto entre los sujetos control como entre los expuestos, análisis estadísticos inadecuados o incompletos, entre otros, que impedían llegar a conclusiones claras y definitivas.

Parece, por tanto, importante, antes de alcanzar conclusiones definitivas en este ámbito aumentar sustancialmente el número de estudios y establecer protocolos de investigación y evaluación estándares que permitan confrontar adecuadamente los resultados obtenidos.

2.2 Estudios sobre el sistema nervioso

El funcionamiento de los teléfonos móviles se basa en la emisión de ondas de radio con frecuencias de alrededor de los 1000 MHz. La potencia total emitida por un aparato se mide en vatios (W) y es parcialmente absorbida por el organismo. La radiación absorbida se mide en vatios por kilogramo (W/kg). La magnitud que caracteriza la absorción de la radiación es la *Tasa de Absorción Específica*, denominada SAR (*Specific Absorption Rate*).

El asunto que se debate es si la exposición a esta radiación puede ser tóxica para los organismos vivos, especialmente si puede ser dañina para el ser humano, habiéndose postulado la posibilidad de que la radiación pudiera dañar el material genético, produciendo cortes en el ADN. Por otra parte, y más específicamente, se ha estudiado si la radiación puede afectar al sistema nervioso.

En este breve resumen se comentan algunos de los trabajos publicados sobre el tema.

2.2.1 Estudios sobre el riego sanguíneo en el cerebro

Mediante la utilización de la técnica de la tomografía por emisión de positrones se ha estudiado en humanos jóvenes las consecuencias de una radiación de 900 MHz, durante 30 minutos, con una SAR de $1 W/kg$. En estas condiciones se observó un aumento en el riego sanguíneo de las personas expuestas respecto a personas control [Hubert-2005]. Sin embargo, en un estudio posterior se encontró que había diferencias de riegos en diferentes regiones del cerebro, aumentando el riego en el lóbulo frontal y disminuyendo en el lóbulo temporal [Aalto-2006].

2.2.2 Estudios sobre la memoria en ratas jóvenes

Mediante el test del laberinto de agua de Morris, que sirve para medir la memoria en roedores, se determinó el efecto de una radiación de 900 MHz durante 2 horas al día, durante un total de cinco días (SAR calculada entre $0,3-3,0 W/kg$) sobre ratas jóvenes. El resultado obtenido indicó que la memoria de las ratas expuestas mejoraba en relación a la memoria de las ratas no expuestas [Kumlin-2007].

2.2.3 Estudios sobre cultivos de neuronas

El efecto de la radiación en cultivos primarios de neuronas corticales se ha abordado en dos trabajos. En el primero de ellos se determinó el efecto de una radiación de 900 MHz (SAR de $1 W/kg$) sobre la viabilidad de las neuronas cultivadas. No se observaron diferencias [Del Vecchio-2009].

En un segundo trabajo se indicó una leve muerte neuronal en condiciones de radiación similares, aunque en este caso se observó que el medio de cultivo se calentaba, por la radiación, pasando de $37^{\circ}C$ a $39^{\circ}C$, por lo que los controles fueron incubados a dicha temperatura [Joubert-2008]. En este trabajo, se observó una fragmentación en el ADN de las neuronas expuestas a radiación. En otro trabajo, [Iijima-Ando-2010], no relacionado con radiaciones, se observó que la *actividad de la proteína quinasa que se induce por daño en el ADN (DNA damage-activated checkpoint kinase 2)* puede favorecer la *fosforilación* de la proteína tau y estimular *neurodegeneración*. Queda por determinar si esta posibilidad puede ocurrir en las condiciones

indicadas en el trabajo de la referencia [Joubert-2008] anteriormente citado.

2.2.4 Estudio sobre cultivos de células de glía

Considerando que la mayor proporción de células presentes en el cerebro de un ser humano (véase la Figura 1) son células de glía (fundamentalmente astrocitos) se ha estudiado el efecto de la radiación sobre algunos marcadores gliales. En un primer trabajo se obtuvieron resultados negativos [Miyakoshi-2005], mientras que en un segundo trabajo se observó una cierta activación de los astrocitos tras ser expuestos a la radiación [Ammari-2008].

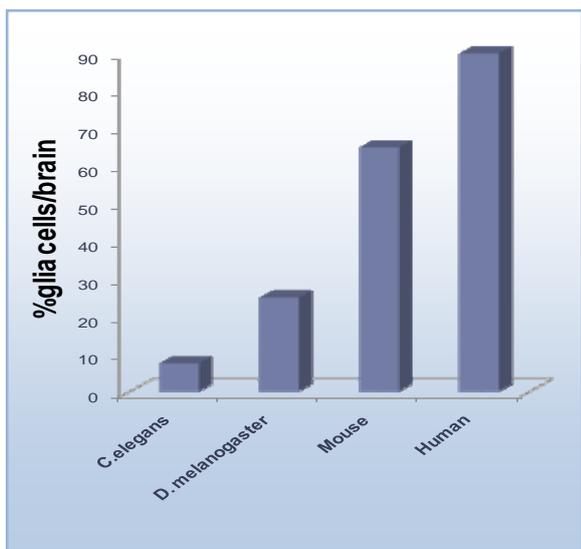


Figura 1. Proporción de células de glía presentes en el cerebro de varias especies (C. elegans= *Caenorhabditis elegans*; D. melanogaster= *Drosophila melanogaster* también conocida como mosca de la fruta o mosca del vinagre; Mouse=ratón; Human=humano).

En resumen, los datos publicados sugieren, en las condiciones de radiación estudiadas, un nulo o leve efecto sobre los parámetros analizados.

Existen otros trabajos que indican el efecto de la radiación sobre la actividad de algunas enzimas [Hoyto-2007], expresión de genes en células de glía

[Zhao-2007], aunque otros trabajos indican pocos cambios en otros parámetros [Lee-2006]. Referente a la acción sobre neuronas, a continuación se incluyen las referencias de otros artículos que comentan posibles alteraciones en regiones neuronales [Del Vecchio-2009b], [Erdine-2009], [Huang-2008], [Ragbetli-2009] y en organelos [Xu-2010]. Sin embargo, es necesario destacar que en la mayor parte de estos estudios la exposición a la radiación electromagnética se ha realizado en condiciones que podríamos calificar con drásticas, en particular por los altos valores de niveles de SAR a los que han sido sometido los cultivos.

2.2.5 Efectos de las emisiones de radiofrecuencia sobre el sistema inmune

Existen hoy día bastantes datos acerca de los efectos de las radiofrecuencias sobre el sistema inmune. No obstante, hay que señalar que los datos son muy variados y de difícil síntesis. Existe un amplio espectro en los planteamientos experimentales tanto en lo que se refiere a la frecuencia de las radiaciones consideradas como en los sujetos de experimentación, lo que origina evidentes contradicciones en las obras que han tratado de revisar los datos.

En el libro titulado “*Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields (Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields, 3Ed)*”, que es considerado como libro de referencia, se encuentra el capítulo “*Effects of radiofrequency and extremely low frequency electromagnetic fields radiation on cells of the immune system*” por T. Paunescu y G. Woloschak [Panescu-2007], que llega a la conclusión de que el tema presenta resultados de difícil concreción, señalando que es difícil concretar un solo estudio en el que los efectos

electromagnéticos se puedan diferenciar con un buen control de los *efectos térmicos*.

Por otra parte, ha aparecido en 2009 una revisión de O. Johansson [Johansson-2009] de orientación similar al discutido Bioinitiative Report [BioR-2007]. Esta revisión, titulada "*Disturbance of the immune system by electromagnetic fields—A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment*", trata de ofrecer un panorama alarmista a partir del análisis de 94 referencias, con una mayoría correspondiente a trabajos realizados entre 1995 y 2008, con un relativo pico de artículos aparecidos en 2006.

Para el grupo del CCARS que ha analizado la revisión citada y otras publicaciones relacionadas, los datos presentados no conducen a una conclusión clara y concluyente, con una cierta sospecha hacia el peso de un planteamiento ideológico, ya que trabajos referenciados por O. Johansson, no permiten concluir en la dirección que este autor apunta, sino incluso en sentido contrario. Todo ello hace dudar de la objetividad científica del autor.

Desde el punto de vista de los efectos generales, se ha encontrado, en ratones, un efecto sobre el incremento de *células progenitoras hematopoyéticas*. Pero los efectos fisiológicos son dependientes de la temperatura y factores ambientales [Bonhomme-Faivre-1998]. Si parece haber efectos en las células T en conejos (debidos a depósito de *inmunocomplejos*, pero no se encuentran efectos sobre el "*capping*" en linfocitos B de ratón [Nageswari-1991]. El "*capping*" es un fenómeno de agregación en uno de los polos, de las moléculas de la superficie de una célula después de su unión a anticuerpos específicos. Este fenómeno

celular muestra la movilidad de las membranas plasmáticas celulares.

Sobre los síntomas que pueden ser atribuidos a otras causas hay muchos datos, en general subjetivos, con lo que pueden ser inducidos por el análisis de los datos (personas que refieren trastornos en el sueño, cansancio, afectaciones de la piel, alergia, etc...) más que a un efecto real de las radiaciones.

Se ha indicado un efecto de incremento sobre los *mastocitos* en la piel pero se trata de personas con una afección cuya filiación puede ser dudosa (es decir no atribuible inequívocamente a la radiación electromagnética) [Johansson-2009].

En modelos animales se sugiere un incremento de la producción de *serotonina* en las células de la piel en ratas después de exposiciones seriadas (50 Hz) [Johansson-2001].

Se han sugerido cambios en las células *CD4+* lo que indicaría una alteración de la respuesta inmune innata. No obstante, la respuesta a *mitógenos* en células obtenidas a partir de donantes y sometidas a radiación (1800 MHz) no parece verse afectada.

Hay una revisión de [Vijayalaxmi-2004] que muestra muy bien la controversia en el análisis de los *efectos citogenéticos* de la radiación de radiofrecuencia en procesos biológicos. Si se analiza el número de publicaciones realizadas en el periodo 1990-2003 que muestran efecto o no ante la exposición a la *RF*, se encuentra que los informes negativos fueron el 58%, los positivos 23% y los que no concluyeron ningún tipo de efecto fueron el 19%.

3. Estudios clínicos y epidemiológicos

En el informe anterior del *CCARS, Informe sobre radiofrecuencias y salud (2007-2008)* [CCARS-2009], se introdujo una breve sección en la que se explicaban algunos conceptos básicos de la terminología que se utiliza en Epidemiología, remitimos al lector a su lectura en caso de observar alguna duda.

En esta nueva versión del informe sobre radiofrecuencias (RF) y salud, el Grupo de Estudios Clínicos y Epidemiología del *CCARS* ha revisado las nuevas *evidencias epidemiológicas* sobre la exposición a radiofrecuencias emitidas por las tecnologías de la telefonía móvil (TM) y sus efectos sobre la salud.

En este apartado se presentan los resultados resumidos y actualizados de los estudios clínicos y epidemiológicos más relevantes publicados en el período 2009 – 2010.

3.1 Metodología

Revisión exhaustiva de la bibliografía científica publicada en el período comprendido entre Enero de 2009 hasta el 22 de Julio 2010.

Se han consultado más de 100 artículos publicados en revistas de reconocido prestigio en el período de estudio. Se ha realizado una búsqueda sistemática en bases de datos como *PUBMED*, *EMBASE*, *DARE* y *LILACS*, en idiomas inglés, francés y español. Los descriptores utilizados han sido los términos habituales en este tipo de búsqueda relacionados

con: radiofrecuencia, telefonía móvil, estaciones base, efectos adversos sobre la salud, tumores cerebrales, *hipersensibilidad electromagnética*, entre otros.

Se han tenido en cuenta los estudios clínicos y epidemiológicos que aportan mayor peso de la evidencia, en función del tipo de diseño del estudio, metodología, calidad, validez, consistencia y reproducibilidad. Los estudios relacionados con experimentación en animales, *estudios in vivo* e *in vitro*, son objeto de otro capítulo de este informe del *CCARS*.

Por último, se han priorizado las revisiones sistemáticas [Delgado-2006], metátesis [Guerra-2010] y las revisiones realizadas por las agencias, comités internacionales y autoridades competentes en la evaluación de riesgos relacionados con las radiofrecuencias, tales como el *Comité Científico de la Unión Europea sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (SCENIHR)*; la *Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo (AFSSET)*; la *Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No-Ionizantes (ICNIRP)* ; la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, entre otros, ya que son las que aportan una información científica más exhaustiva y fiable.

3.2 Efectos de los CEM de RF sobre la salud.

Durante los últimos años se han publicado numerosos trabajos sobre los efectos de las **RF** de la **TM** sobre la salud. Las noticias sobre teóricos efectos de la telefonía móvil tienen un gran impacto en la opinión pública y generan una cierta alarma sobre sus efectos a largo plazo.

Las antenas y los teléfonos móviles se han asociado con los tumores cerebrales, con la **hipersensibilidad electromagnética** y con una amplia gama de síntomas y enfermedades.

La realidad es que hasta ahora no se dispone de evidencia que respalde estas opiniones.

Las revisiones más exhaustivas sobre los efectos de las **RF** realizadas por organismos competentes y de prestigio y publicadas durante el año 2009, coinciden en señalar que no hay evidencia de estos efectos, véase [SCENHIR-2009], [ICNIRP-2009], [AFSSET-2009]. Sin embargo, por un principio de cautela se sigue insistiendo en la necesidad de continuar la investigación debido al corto período de exposición desde que se introdujo la **TM** en toda Europa (a mediados de los años 90) de forma generalizada.

La investigación epidemiológica sobre los efectos de las **RF** se han centrado, en los últimos años, en identificar posibles asociaciones entre uso del teléfono móvil y tumores del sistema nervioso central (**SNC**) (**gliomas**, **meningiomas** y **neurinoma del acústico**) y de la glándula salival. Tumores de baja prevalencia, con largos períodos de latencia y que requieren de un buen sistema de Registro de Tumores que aporte información precisa y fiable sobre las características más relevantes de todos los casos de cáncer.

La mayoría de los estudios epidemiológicos publicados hasta la fecha son de tipo **caso-control**. Estos estudios están sujetos a varios **sesgos** (sesgo de selección, participación) y limitaciones metodológicas (errores al recordar la exposición) que han sido recientemente estimados [Vrijheid-2009], [Vrijheid-2009b].

El principal problema de los estudios epidemiológicos sobre **TM** y sus efectos sobre la salud es la evaluación de la exposición. Existen numerosos problemas a la hora de cuantificar la exposición real de una forma objetiva, consistente y comparable. Los errores y **sesgos** introducidos en la estimación de la dosis invalidan o dificultan la obtención de resultados fiables. La estimación de la exposición suele hacerse mediante entrevistas, cuestionario o registro de las llamadas facilitado por las compañías operadoras. Estos métodos son susceptibles de numerosos sesgos de recuerdo y de información.

Por otro lado, la tecnología de las telecomunicaciones móviles está cambiando muy rápidamente. Una gran proporción de los usuarios actuales utilizan la **TM de tercera generación (TM 3G o UMTS)** (ya se está en proceso de introducción de la cuarta generación). Los resultados de los estudios epidemiológicos que se están publicando actualmente se refieren a usuarios de teléfonos con tecnología analógica que emitían a una mayor intensidad. Este tipo de **TM** apenas se utiliza en la actualidad.

Por estas razones, la información científica más valiosa no se obtendrá de un solo estudio sino de los resultados de las revisiones sistemáticas y metanálisis de la bibliografía acumulada sobre el mayor número de casos.

Una revisión de los efectos sobre el sistema nervioso establece que la exposición a señales de **GSM** puede provocar algunos cambios en la actividad cerebral

pero nunca se han relacionado con efectos adversos [Van Rongen-2009]. No se han observado efectos consistentes significativos sobre el rendimiento cognitivo de los adultos estudiados. Los efectos en niños son similares a los de los adultos.

Síntomas subjetivos como dolor de cabeza, fatiga, picor de piel, han sido atribuidos a varias fuentes de CEM en el ámbito doméstico o laboral. Sin embargo, en los estudios de provocación no se ha demostrado ninguna relación causal entre exposición a CEM y estos síntomas. La hipótesis más plausible es que en las personas que declaran ser hipersensibles influyen factores psicológicos tales como la expectativa de un efecto negativo (*efecto nocebo*).

Un estudio financiado por la comisión europea y denominado EMFnEAR (*Exposure at UMTS Electromagnetic Fields: study on Potential Adverse Effects on Hearing*) ha investigado los potenciales efectos a corto plazo sobre el sistema auditivo humano por la exposición al sistema UMTS a elevados niveles de SAR [Parazzini-2010]. Los resultados de 73 voluntarios no mostraron efectos sobre el sistema auditivo después de 20 minutos de exposición a 1947 MHz. El análisis de los resultados incluyó una comparación *doblo ciego* de las exposiciones reales y simulada. Los autores concluyeron que la exposición a corto plazo a una fuente emisora de UMTS a relativamente elevadas dosis de SAR no provoca efectos inmediatos en el sistema auditivo humano.

En Octubre de 2002 los medios de comunicación se hicieron eco de la autoproclamada *Declaración de Friburgo*, una especie de llamamiento de un grupo de médicos alemanes que alertaban a otros profesionales de la salud, políticos y opinión pública sobre “*un aumento de las incidencias de síntomas y enfermedades en la población general*” que estarían causados por las ondas de radiofrecuencia y la TM

[Friburgo]. Un estudio reciente ha contrastado las bases de datos oficiales para evaluar si la incidencia y prevalencia de estos síntomas y enfermedades (enfermedad de Alzheimer, demencia, alteraciones del sueño, *acufenos*, *enfermedades cerebrovasculares*, *cardiopatías isquémicas*, dolor de cabeza y migrañas) habían aumentado [Zur Nieden-2009]. En la citada declaración se afirmaba que estos síntomas y enfermedades se habían “*incrementado dramáticamente*” o que se presentaban “*con gran frecuencia*” en adultos. Si esto fuera cierto se debería observar una clara tendencia temporal relacionada con el uso de la tecnologías móviles de comunicación. Los datos sobre estas patologías fueron analizados en el período de 1993 a 2005. No se observó ningún “*aumento dramático*” de ninguna de estas enfermedades a pesar de las dificultades metodológicas respecto a los diferentes diagnósticos y términos utilizados en los estudios revisados que dificultan la comparabilidad de la información. Por ello, se concluye que las alegaciones de la declaración de Friburgo no están respaldadas por datos de salud pública.

Un estudio reciente del *Instituto de Epidemiología del Cáncer de Dinamarca* ha analizado las tasas de incidencia de tumores cerebrales en la población de varios países del norte de Europa [Deltour-2009]. En los países nórdicos el uso de los teléfonos móviles se incrementó de forma significativa a partir de la mitad de los años 90, por esta razón, el estudio de las tasas de incidencia después de 1998 podría dar una valiosa información respecto a la asociación entre el uso del móvil y las tasas de tumores cerebrales.

Los autores de este trabajo han analizado las tasas de incidencia anuales de gliomas y meningiomas entre adultos de 20 a 79 años de edad de Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia. En total se estudiaron 59.984 pacientes que fueron

diagnosticados de estos dos tipos de tumores durante el período comprendido entre el año 1974 al 2003. El estudio concluye que no hubo cambios sustanciales en la incidencia de estos tumores cerebrales entre los años 1998 a 2003, 5 y 10 años después del auge del uso de los teléfonos móviles. La información se obtuvo de los Registros del cáncer de los 4 países nórdicos. Los autores reconocen las limitaciones de su estudio. Existe la posibilidad de que los registros estudiados sean incompletos en los casos de los meningiomas, es decir, que no se hayan detectado todos los casos. Además, hay que tener en cuenta los avances científicos que se han producido en el diagnóstico de estos tumores, las nuevas técnicas han mejorado notablemente la eficacia y rapidez en el diagnóstico. Estos hechos pueden influir en el análisis de las tendencias de las tasas a lo largo del tiempo.

Los resultados de este trabajo coinciden con otros similares realizados en los países nórdicos y en el Reino Unido.

3.3 Teléfonos móviles

El rápido y masivo uso de los teléfonos móviles, desde su introducción a mediados de los años 80, ha generado, en algunos sectores, una cierta inquietud por sus hipotéticos riesgos para la salud.

La cuestión de si el uso de teléfono móvil está asociado con un mayor riesgo de padecer tumores cerebrales no se resuelve con la publicación de un solo estudio por muy exhaustivo y riguroso que sea. Ni siquiera un estudio tan amplio como el *INTERPHONE* lo ha conseguido, sus conclusiones han aclarado incógnitas pero no han despejado todas las dudas [*INTERPHONE-2010*].

Si la masiva exposición a las radiofrecuencias asociadas a la *TM* provoca algún efecto causal este debería reflejarse en las tendencias temporales de incidencia de los tumores cerebrales. Para comprobar este efecto es indispensable contar con un sistema de registro de tumores que sea exhaustivo, eficaz y representativo de la población a estudio. La vigilancia de la evolución de las tasas de incidencia de tumores del *SNC* es un excelente indicador para detectar si se está produciendo algún efecto.

La mayoría de los estudios epidemiológicos publicados hasta la fecha no han observado incrementos del riesgo de padecer tumores cerebrales relacionados con la exposición a *RF*. Una de las revisiones más exhaustivas y rigurosas sobre la evidencia epidemiológica del uso de los teléfonos móviles y los tumores cerebrales ha concluido que *“globalmente los estudios publicados hasta la fecha no demuestran un incremento del riesgo en un período de uso de 10 años de padecer tumores cerebrales”* [*Ahlbom-2009*]. Es cierto que para los tumores que tienen amplios períodos de latencia (*meningioma* y *neurinoma del acústico*) conviene ser cautos y seguir investigando. Sin embargo, parece coherente afirmar que si hubiera alguna relación causal ya se estaría detectando en las tendencias de incidencia de estos tumores, al menos en lo que tienen un menor período de latencia. Esta posición coincide con la de las organizaciones competentes en la evaluación del riesgo de los *CEM* (*ICNIRP*, *OMS*, *SCENHIR*; *AFSSET*, *IARC*, entre otras)

Frente a esta corriente mayoritaria otros autores mantienen que existe un mayor riesgo de alguno de estos tumores asociado al uso de teléfono móvil [*Hardell-2009*], [*Khurana-2009*]. Los trabajos de Hardell han sido analizados críticamente por Ahlbom, [*Ahlbom-2009*], por las diferentes decisiones sobre la metodología, análisis, solapamiento de datos que

dificultan una adecuada interpretación de sus resultados. Estas discrepancias recogidas por algunos medios de comunicación han alimentado las dudas y temores sobre la seguridad del uso de la *TM*.

Para evaluar el punto de partida y la evolución del número de casos de este tipo de tumores es necesario disponer de datos objetivos y comparables que solo pueden ser facilitados por las instituciones y organismos competentes, tales como el Instituto Nacional de Estadística y los Registros de Tumores. El análisis de las tendencias de este tipo de tumores nos proporciona una información clara, fiable y consistente sobre la situación real de sus tasas de incidencia y prevalencia desagregadas por edad, sexo y tipo de tumor, que puedan ser comparadas con estimaciones de la exposición en usuarios de teléfonos móviles.

Esta línea de análisis es una de las prioridades de investigación propuesta por diferentes organismos internacionales de referencia, ya que se dispone de bastantes estudios en usuarios de teléfonos móviles durante períodos inferiores a 10 años, pero pocos en usuarios durante un periodo de tiempo superior.

Inskip y colaboradores han analizado las tendencias de la incidencia de tumores cerebrales en relación con el uso del teléfono móvil en los Estados Unidos de América [Inskip-2010]. Este autor sostiene que la masiva exposición a la *TM* debería reflejarse en las tasas de incidencia de tumores. Sus resultados, basados en la información del *Surveillance, Epidemiology and End Results (SEER) Program del National Cancer Institute (NCI)*, establecen que el período 1992-2002 las tasas disminuyeron o permanecieron estables. Su conclusión es que globalmente estas tasas de incidencia no respaldan la opinión de que los teléfonos móviles produzcan tumores cerebrales.

Actualmente está en marcha el estudio Mobi-Kids [Mobi-Kids] un estudio epidemiológico de *casos-control* cuyo objetivo es valorar si existe una relación entre los tumores cerebrales diagnosticados en jóvenes y adolescentes y su relación con las tecnologías de la comunicación y factores de riesgo ambientales en 13 países. El estudio va a durar 5 años y va a invitar a participar a aproximadamente a 2000 jóvenes, con edades comprendidas entre 10 y 24 años que hayan desarrollado tumores cerebrales y a otro número similar que no los hayan desarrollado.

3.3.1 Tendencia temporal de la incidencia de los tumores de sistema nervioso central en la infancia (0-14 años de edad) en España.

Las *neoplasias* del sistema nervioso central son aproximadamente el 20-25% de todo el cáncer infantil (0-14 años) y constituyen el mayor grupo de tumores sólidos infantiles y la primera causa de muerte por cáncer en la infancia en los países desarrollados. Su incidencia en Europa y Norteamérica es elevada, de 20 a 40 casos por millón de niños y niñas (tasa estandarizada por la población mundial) [Parkin-1998], [Peris-Bonet-2006], mientras que en África y en países en desarrollo la incidencia es baja, lo que, además de reflejar posibles variaciones étnicas, sugiere la influencia en las tasas registradas de la menor disponibilidad de técnicas diagnósticas [Reutfords-2002]. Actualmente, en España, la incidencia de tumores del *SNC* se sitúa en 31,9 casos por millón (tasa bruta) y 32,8 casos por millón (tasa estandarizada por la población mundial), para el conjunto del periodo 1983-2002 [Peris-Bonet-2010]. En diversos países han sido descritas tendencias ascendentes de la incidencia de los tumores infantiles: Suecia, periodo 1960-1998 [Dreifald-

2004] y periodo 1973-92 [Hjalmarsson-1999]; Estados Unidos, periodo 1975-1999 [Gurney-1999], [Linnet-1999]; Noroeste de Inglaterra [McNally-2001], entre otros).

El proyecto *ACCIS (Automated Childhood Cancer Information System, [ACCIS])*, el estudio más extenso sobre la incidencia del cáncer en la infancia realizado hasta hoy en Europa, con 19.531 casos de tumores infantiles (0-14 años) de *SNC* mostró una tendencia ascendente en Europa para el total del periodo 1978-1997, con un incremento medio anual de la tasa de 1,7% que estaba presente para el conjunto de Europa y en mayor o menor grado en todas las regiones europeas consideradas, en ambos sexos y en todos los grupos de edad [Peris-Bonet-2006], [Kaatsch-2006]. En el proyecto *ACCIS* la tendencia temporal de la tasa de incidencia se evaluó mediante *modelos de regresión de Poisson* ajustados por sexo, edad y región, pero no se evaluó la presencia de puntos de cambio en el curso de la tendencia. El proyecto *ACCIS* no produjo resultados para países individuales.

La incidencia y tendencias del cáncer infantil (0-14 años) de *SNC* en España, para el periodo 1983-2002, ha sido analizada recientemente en el marco del mayor estudio de la incidencia y tendencias del cáncer infantil realizado hasta ahora por los registros de cáncer Españoles [Peris-Bonet-2010]*. Este trabajo, de base poblacional, incluye 1.291 casos de tumores de *SNC*. En el análisis de la tendencia temporal, además de analizar el periodo completo con modelos de *Poisson*, se ha utilizado una nueva

aproximación bayesiana al Joinpoint para detectar inflexiones de la incidencia en el curso del tiempo.

La *Figura 1*, muestra la incidencia de tumores de *SNC* en España (tasas estandarizadas por la población mundial) para el periodo 1983-2002, por quinquenios, diferenciando sólo tumores malignos de todos los tumores de *SNC*.

Los resultados del estudio español muestran una tendencia ascendente significativa para el periodo completo, con un porcentaje de cambio anual de la tasa (PCA) para el conjunto de tumores del *SNC* de 2,18% (IC95%: 1, 17; 3,20), que se reduce a 1,46% (IC95%: 0,40; 2,54) cuando los tumores no malignos se excluyen del análisis, aunque la tendencia permanece creciente y estadísticamente significativa.

No obstante, el análisis con el *Joinpoint bayesiano* indica la presencia de un cambio en la tendencia en la primera mitad de los años 90, tanto para el conjunto de todos los tumores de *SNC*, cuyo punto de cambio estaría centrado en 1993, como sólo para los tumores malignos, cuyo punto de cambio estaría centrado en 1994. En ambos grupos, a lo largo de este cambio, los PCA anuales previos al cambio aparecen positivos y estadísticamente significativos, pero tras el cambio de tendencia, se pierde la significación estadística. Por lo que la tendencia ascendente de la incidencia de tumores de *SNC* estaría confinada a la primera parte del periodo, mientras que no se observa a partir de comienzos de los años 90.

Otros estudios actuales presentan resultados concordantes observados en otros países. Así, un estudio reciente en *EE.UU.*, con datos del programa *SEER*, muestra una ausencia de tendencia significativa para la incidencia de los tumores infantiles de *SNC* a partir de 1992 [Linabery-2008]; en el mismo sentido actúan los resultados de un análisis de la tendencia de tumores de *SNC* (todas

*Estudio cooperativo en el que participan los registros de cáncer de Albacete, Asturias, País Vasco, Gerona, Granada, Mallorca, Murcia, Navarra, Registro de Tumores Infantiles de la Comunidad Valenciana, Tarragona, Zaragoza y el Registro Nacional de Tumores Infantiles.

las edades) en Inglaterra para el periodo 1979-2003 [Arora-2010]; y los del estudio conjunto de Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, para el

periodo 1974-2003, en sujetos de 20 a 79 años de edad [Deltour-2009].

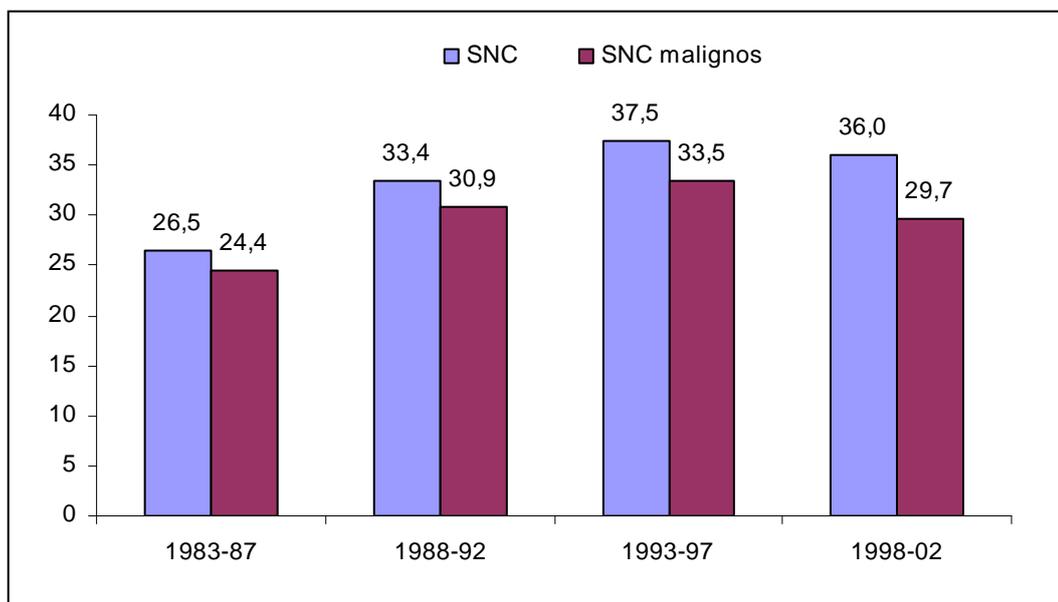


Figura 1: Incidencia de tumores de SNC en España (tasas estandarizadas por la población mundial), periodo 1983-2002

El cambio en la tendencia de la incidencia de tumores de SNC puede ser explicado como resultado de la difusión de nueva tecnología diagnóstica de neuroimagen, acompañada de un ascenso de la incidencia observada (y registrada), seguido de una saturación con una estabilización de la incidencia [Linnet-1999], [Smith-1998]. Respecto a España, a pesar de la amplitud del estudio realizado, que incluye el equivalente de un tercio de la población infantil, la extrapolación a la totalidad de España debe ser cautelosa. Una vigilancia más prolongada y un estudio detallado de los distintos grupos diagnósticos incluidos en los tumores de SNC (actualmente en curso) son necesarios.

Una interpretación fiable de esta información debe tener en cuenta la variabilidad (internacional y nacional) entre los Registros de Tumores a la hora de aplicar los criterios de inclusión de los diferentes tumores. Hay que señalar que unos Registros cuantifican solo los tumores malignos, otros incluyen los de cualquier comportamiento e incluso algunos registran los malignos e inciertos pero no los benignos. Desde 1998 se recomienda que se registren también los tumores benignos del SNC, en esta línea los registros monográficos de tumores infantiles fueron pioneros en aplicar este criterio.

La cuantificación de los tumores benignos (meningiomas y neurinoma del acústico) puede

verse seriamente afectada por estos criterios restrictivos y excluyentes de los Registros de Tumores. A la luz de su interés epidemiológico y sanitario el CCARS recomienda que estos dos tipos de tumores sean incluidos en los criterios de registro.

3.3.2 Estudio INTERPHONE.

El día 17 de Mayo de 2010 se publicaron, por parte del Grupo de Estudio de INTERPHONE y la Agencia Internacional del Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (IARC), los esperados resultados finales del estudio INTERPHONE sobre el riesgo de tumores cerebrales y el uso de teléfonos móviles [INTERPHONE-2010], [INTERPHONE-IARC-2010].

La IARC propuso en 1988-1989 la realización de un estudio, que se inició en el año 2000, con el objetivo de valorar la relación entre el uso de teléfonos móviles y el riesgo de padecer 4 tipos de tumores, cerebrales (*gliomas* y *meningiomas*), tumor del nervio acústico (*neurinoma* o Schwannoma), y tumor de la glándula parótida, es decir tumores de los tejidos que más energía pueden absorber debido a la proximidad del teléfono móvil al hablar.

El objetivo del estudio fue determinar si el uso de los teléfonos móviles aumenta el riesgo de padecer estos tumores y, específicamente, si la energía de la radiación de radiofrecuencia emitida por los teléfonos móviles tiene capacidad *carcinogénica*.

Cabe recordar que actualmente se desconoce la etiología de los tumores cerebrales [Ohgaki-2009]. Sabemos que en algunos casos de gliomas se han asociado a síndromes hereditarios, a determinadas ocupaciones, cancerígenos ambientales y dieta (compuestos N-nitrosos) pero el único factor inequívocamente asociado con un incremento del riesgo de *glioma* es la exposición a radioterapia. En

particular los niños tratados con radioterapia que padecen leucemia linfoblástica, presentan un riesgo significativo de desarrollar un *glioma*. Por último, se ha observado una significativa correlación entre algunos daños genéticos y enzimáticos que provocan daños en el ADN facilitando el desarrollo de gliomas.

3.3.2.1 Metodología

El INTERPHONE es un estudio epidemiológico de tipo caso-control en el que han participado 13 países (Australia, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Israel, Italia, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia y el Reino Unido). Hasta el momento, es el estudio más amplio que se ha realizado. Se ha utilizado una metodología *caso - control* basada en el análisis combinado de 2708 casos de *glioma* y 2409 casos de *meningioma* y sus correspondientes controles de los 13 países participantes

Los resultados que se presentan en el artículo publicado no incluyen los correspondientes a tumores del acústico y de la glándula parótida que serán presentados en trabajos futuros.

Para optimizar su poder estadístico el estudio se centró en los tumores de personas en el grupo de edad de 30-59 años de edad y habitantes de zonas urbanas, ya que se supone que este grupo tiene una elevada prevalencia de uso de teléfono móvil en los 5 a 10 años previos al estudio.

La recogida de información sobre la exposición, la selección de los casos y controles, los métodos estadísticos y los análisis de sensibilidad (detección de sesgos) se consideran apropiados, con los sesgos inherentes en este tipo de diseño que son analizados y reconocidos por los autores del estudio.

3.3.2.2 Resultados del estudio.

La principal conclusión es que no se ha observado que el uso del teléfono por un período igual o superior a 10 años desde la primera vez que se utilizó suponga un riesgo mayor de padecer *gliomas* o *meningiomas*.

Globalmente el uso del *TM* fue menor en los casos que padecían *gliomas* o *meningiomas* que en los controles. Este riesgo menor puede deberse, según los autores, a *sesgos* de participación y otras limitaciones metodológicas.

Según la *OMS*, "Hay ciertos indicios de un incremento del riesgo de sufrir glioma en las personas que se encontraban en el 10% más elevado de horas acumuladas de utilización del móvil*. Sin embargo, no se observó una tendencia uniforme del aumento del riesgo conforme la utilización era más prolongada [*OMS-2010*]. Los investigadores llegaron a la conclusión de que los *sesgos* y los errores limitan la firmeza de estas conclusiones e impiden una interpretación causal.

Los esperados resultados habrían generado una gran expectación en todas las partes implicadas en la evaluación y gestión de riesgo relacionados con los campos electromagnéticos de las *RF* que se utilizan en *TM*. Como era de esperar, y el *CCARS* así lo expresó en un documento previo sobre la evolución de las tasas de tumores cerebrales en varios países nórdicos los resultados no resuelven definitivamente

el tema pero permiten clarificar bastantes dudas [*CCARS-Nórdico-2010*].

Para llegar a conclusiones definitivas, es necesario seguir avanzando en el conocimiento de la causalidad y para ello se necesitan muchos estudios (*experimentales, in vivo, in vitro, clínicos y epidemiológicos*). Un estudio epidemiológico, aunque sea de las dimensiones del *INTERPHONE*, no es suficiente para responder a todas las cuestiones planteadas por la ciencia. En este sentido, es necesario recordar que todas las agencias e instituciones competentes coinciden en señalar la necesidad de seguir investigando los efectos a largo plazo de la exposición a *TM*, especialmente si se tiene en cuenta que las tecnologías no dejan de avanzar. Los amplios períodos de latencia de estos tumores y la exposición en población muy joven requieren llevar a cabo estudios rigurosos epidemiológicos, preferiblemente *estudios de cohortes*, que permitan obtener conclusiones basadas en una evaluación más precisa de los tiempos reales de exposición. Los estudios *caso-control* como el *INTERPHONE* tienen limitaciones metodológicas que impiden obtener conclusiones definitivas.

3.3.2.3 Conclusiones

Los autores del *INTERPHONE* concluyen que, globalmente, no se ha observado un aumento del riesgo de *glioma* o *meningioma* por el uso del teléfono móvil. Hay indicios de un aumento de riesgo de *glioma* en el grupo con los niveles más elevados de exposición (uso del *TM*) pero los *sesgos* y errores metodológicos del estudio impiden establecer una interpretación causal. Estos posibles riesgos a largo plazo de los usuarios que declaran un uso muy elevado requieren profundizar en la investigación.

* Es decir, usuarios de *TM* con un número igual o mayor de 1640 horas durante un período igual o superior a 10 años. Sin embargo, los autores consideran poco realistas o plausibles estos valores de utilización debido a *sesgos* de recuerdo de la exposición real.

En este orden de cosas el Dr. Christopher Wild, Director del [IARC](#) ha declarado que *"de los datos observados en el Estudio Interphone no se ha establecido un aumento del riesgo de tumores cerebrales. Sin embargo, los resultados observados en el grupo con niveles más elevados de exposición (mayores tiempos acumulados de llamadas) y los cambios de los modelos de uso desde el inicio del período del estudio Interphone, particularmente en jóvenes, justifican la necesidad de seguir investigando el uso del móvil y el riesgo de tumores cerebrales"*.

Es evidente que los nuevos patrones de uso de los móviles en los últimos 5-6 años, sobre todo en la población más joven, contribuyen a reducir la exposición de la cabeza al utilizar nuevas tecnologías más eficientes, uso de mensajes cortos ([SMS](#)), comunicación por el ordenador, Internet, sistema manos libres, etc.

El CCARS coincide en la necesidad de respaldar los estudios que actualmente están en marcha [[Mobi-Kids](#)] para estudiar los riesgos de los tumores cerebrales relacionados con el uso del [TM](#) durante la infancia y la adolescencia.

3.4 Resumen de estudios y revisiones científicas internacionales.

3.4.1 SCENIHR

El Comité Científico de la Unión Europea sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificado, [SCENIHR](#), es uno de los tres Comités Científicos Independientes que asesoran a la Comisión Europea. Sus informes sirven para establecer las propuestas y las políticas del Comisión Europea en materia de salud pública.

Uno de los temas que suele abordar este Comité es la evaluación de riesgos de los campos electromagnéticos de radiofrecuencias ([RF](#)), frecuencia intermedia, baja frecuencia y campos estáticos.

El objetivo del informe del año 2009 [[SCENIHR-2009](#)] fue actualizar el contenido de la opinión del [SCENIHR](#) emitida el 21 de marzo de 2007 [[SCENIHR-2007](#)]. El Comité ha revisado los nuevos estudios publicados desde el año 2007.

Respecto a [RF](#) la opinión del Comité es la siguiente:

Del estudio de la evidencia (epidemiológica, estudios *in vitro* y en animales) se desprende que es improbable que la exposición a campos de [RF](#) produzca un incremento del cáncer en humanos. Señala, sin embargo, que el periodo de exposición a la telefonía móvil ([TM](#)) es menor que el periodo de inducción de algunos tumores. Se necesitan más estudios a largo plazo (más de 10 años de exposición) para identificar si existe algún riesgo.

Conviene recordar que los tumores que se han asociado con la exposición a [TM](#) son los tumores cerebrales que tienen un *período de latencia* muy amplio.

En relación con otros efectos para la salud no carcinogénicos se han realizado algunos estudios en sujetos que manifiestan síntomas subjetivos. Analizados sus resultados en conjunto se concluye que los estudios científicos publicados no respaldan que exista una relación entre exposición y síntomas subjetivos. Por tanto, se descarta, que cualquier persona, incluidos los sujetos que autodeclaran padecer la denominada *"hipersensibilidad electromagnética"* sean capaces de detectar cuando están expuestos a [CEM](#) y cuando no lo están.

Lo que si se ha observado es un *efecto nocebo*, definido como un efecto adverso inespecífico que es causado por la expectativa o la creencia de que algo (en este caso los *CEM*) son dañinos para la salud. Este *efecto nocebo* es el que puede condicionar la presentación de síntomas asociados a la exposición a la *TM*.

Hay alguna evidencia de que la exposición a *CEM* de *RF* pueda influir en el sueño y en el electroencefalograma pero la relevancia para la salud es incierta y no hay una explicación del mecanismo alterado. Se necesitan más estudios para profundizar en estos efectos.

Otros estudios realizados sobre diferentes aspectos del sistema nervioso (funciones cerebrales: cognitivas, memoria, sensoriales, estabilidad estructural y respuesta celular) no han encontrado efectos o los observados no son consistentes. Recientes estudios sobre exposición a *CEM* de *RF* y efectos sobre la reproducción y el desarrollo no han encontrado efectos sobre la salud humana.

Desde la perspectiva de evaluación del riesgo se reconoce que la información sobre los efectos causados por los *CEM* de *RF* en niños es limitada.

El *SCENIHR* también ha publicado, en Julio de 2009, un documento titulado “*Research needs and methodology to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF*” [*SCENIHR-2009b*], en que propone las siguientes líneas prioritarias de investigación:

- El estudio de la asociación de tumores cerebrales y uso del móvil en periodos superiores a 10 años
- Estudio prospectivo de *cohortes* a largo plazo para averiguar si existe relación entre tumores cerebrales y uso de *TM* superior a 10 años.

-Evaluación de la exposición total de los individuos a *RF*. Este trabajo requiere la selección de grupos de individuos que puedan llevar dosímetros individuales durante un período determinado.

-Replicar o ampliar estudios experimentales para confirmar o descartar los resultados obtenidos en alguno de los estudios sobre genotoxicidad, efectos en el sistema nervioso (sueño y electroencefalograma).

3.4.2 ICNIRP

La *Comisión Internacional de Protección frente a Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP)* ha realizado una exhaustiva revisión de la bibliografía científica sobre los efectos biológicos y sobre la salud de los *CEM*. Sus conclusiones generales coinciden con las expresadas por otros organismos internacionales [*ICNIRP-2009*].

El Comité de Epidemiología de la *ICNIRP*, ha revisado las evidencias epidemiológicas sobre riesgo de tumores cerebrales y uso de teléfonos móviles [*Ahlbom-2009*]. Las conclusiones de este exhaustivo análisis son las siguientes: Los estudios publicados hasta la fecha no demuestran un aumento del riesgo de tumores cerebrales en un período de uso del teléfono móvil de aproximadamente 10 años. A pesar de que persisten algunos problemas metodológicos los datos disponibles no sugieren un asociación causal entre el uso del teléfono móvil y el los tumores de crecimiento rápido como el glioma en adultos, que es un tumor con un corto período de latencia. En relación con los tumores de crecimiento lento como el *meningioma* y el *neurinoma del acústico*, y el *glioma* en usuarios de largo plazo, la ausencia de asociaciones hasta ahora es menos conclusiva debido a que el período de observación es todavía demasiado corto, se necesitan más años

de seguimiento. Actualmente no hay datos sobre el potencial carcinogénico de la exposición a la *TM* durante la infancia y la adolescencia.

3.4.3 AFSSET

La *AFSSET* publicó en Octubre de 2009 un nuevo informe que actualizó el conocimiento científico sobre los efectos de las Radiofrecuencias [*AFSSET-2009*].

La metodología utilizada ha sido la revisión de la bibliografía científica, completada por numerosas reuniones con personalidades científicas, expertos y asociaciones. Se revisaron cerca de 1000 referencias bibliográficas, publicadas desde la publicación del informe anterior en el año 2005 y el mes de abril de 2009, en el rango de frecuencias superiores a 400 MHz. Del total de referencias valoradas, 226 trataban aspectos relacionados con la telefonía móvil. Asimismo, se han tenido en cuenta otros informes internacionales como los emitidos por el *SCENIHR* en 2007 [*SCENIHR 2007*], y en 2009 [*SCENIHR 2009*] o el *Programa de Investigación en Telecomunicaciones Móviles y Salud del Reino Unido (MTHR)* en 2007 [*MTHR-2007*], entre otros.

En relación con los estudios clínicos y epidemiológicos analizados las conclusiones del *AFSSET* son las siguientes:

- Los estudios epidemiológicos disponibles no sugieren efectos de la telefonía móvil a corto plazo aunque persisten interrogantes sobre eventuales efectos a largo plazo.
- En relación con las personas que expresan síntomas que atribuyen a la exposición a las *RF* (*Hipersensibilidad electromagnética*) no se ha podido identificar ningún *mecanismo*

fisiopatológico que explique la relación con la exposición a *RF*.

Respecto a la medida de la exposición a radiofrecuencias:

- La caracterización de la exposición durante la infancia a las *RF* y sus eventuales efectos están mal descritos.
- La exposición a los *CEM* de *RF* emitidos por el uso del teléfono móvil es superior a la exposición generada por las estaciones base (antenas).
- Las antenas de *TM* no emiten *CEM* de baja frecuencia.
- Las nuevas tecnologías de la información recientemente desarrolladas que utilizan las *RF* no inducen una exposición de naturaleza e intensidad diferente a las precedentes.

Como resumen de los resultados de la revisión de la *AFSSET* puede afirmarse que sus principales recomendaciones coinciden con las establecidas por otras agencias, comités y organizaciones internacionales que han realizado trabajos similares.

Se ratifica en las prioridades de investigación sobre *RF* ya establecidas por otros organismos, entre las que se destacan las siguientes:

- Evaluar los efectos a largo plazo.
- Vigilar la calidad de los estudios experimentales.
- Replicación estudios.
- Mejorar la dosimetría para caracterizar mejor la exposición real de la población (protocolos de medida, exposímetros individuales, programa de vigilancia, etc), especialmente durante la infancia.

La propuesta de la *AFSSET* de establecer un programa de vigilancia es una medida que en nuestro país se lleva aplicando desde la entrada en vigor del Real Decreto 1066/2001 [RD 1066-2001]. La información sobre las emisiones de las estaciones base (antenas) es de libre acceso público y gratuito. El sistema español de control de las exposiciones de la población es uno de los más rigurosos y preventivos de Europa. Lo que en nuestro país es una obligación legal en otros es una excepción.

Llama la atención que la *AFSSET* alerte sobre la necesidad de sopesar con atención las consecuencias, para la población general y los usuarios de teléfonos móviles, derivadas de una reducción de las potencias de emisión de las estaciones base. Una reducción de los límites podría conducir a un aumento de la exposición de la cabeza a los teléfonos móviles que tendrían que aumentar su potencia para captar la señal. Esta recomendación es pertinente para aclarar las demandas de algunos sectores que reclaman una reducción de los niveles actuales o un alejamiento de las antenas del medio urbano.

Una de las recomendaciones que ha tenido más impacto en los medios de comunicación social es la de reducir la exposición de los niños promoviendo un uso moderado de los teléfonos móviles. Esta propuesta está basada en el escaso conocimiento sobre los efectos a largo plazo de la exposición durante la infancia a las *RF* de la *TM*. Esta medida de cautela se ha utilizado en Francia para que el Senado debatiese, en el marco de una ley sobre el compromiso nacional por el medio ambiente, la prohibición de la utilización del teléfono móvil en las escuelas infantiles y de educación primaria. No se prohíbe la posesión sino el uso durante las clases.

Señala que la exposición a los *CEM* de *RF* emitidos por los teléfonos móviles es superior a la generada por las estaciones base. Esta evidencia no se corresponde con la percepción pública del riesgo.

Una vez analizados los resultados de los estudios sobre los efectos no térmicos se considera que no tiene sentido proponer nuevos límites de exposición basándose en los supuestos efectos a niveles de exposición por debajo de los actuales.

3.4.4 Organización Mundial de la Salud (OMS)

En el marco de sus actividades de evaluación de los riesgos de los campos electromagnéticos (a través del *Proyecto Internacional EMF-NET*, [EMF-NET]) la *OMS* ha actualizado su posición respecto a los efectos de los *CEM* de los teléfonos móviles sobre la salud pública [OMS 2010].

En relación con los efectos a corto plazo se destaca que la principal consecuencia de la interacción entre la energía radioeléctrica y el cuerpo humano es el calentamiento de los tejidos. En el caso de las frecuencias utilizadas por los teléfonos móviles, la mayor parte de la energía es absorbida por la piel y otros tejidos superficiales, de modo que el aumento de temperatura en el cerebro o en otros órganos del cuerpo es insignificante.

En varios estudios se han investigado los efectos de los campos de radiofrecuencia en la actividad eléctrica cerebral, la función cognitiva, el sueño, el ritmo cardíaco y la presión arterial en voluntarios. Hasta la fecha, esos estudios parecen indicar que no hay pruebas fehacientes de que la exposición a campos de radiofrecuencia de nivel inferior a los que provocan el calentamiento de los tejidos tenga efectos perjudiciales para la salud. Además, tampoco se ha conseguido probar que exista una

relación causal entre la exposición a campos electromagnéticos y ciertos síntomas notificados por los propios pacientes, fenómeno conocido como *hipersensibilidad electromagnética*.

En relación con los efectos a largo plazo la *OMS* señala que: "Las investigaciones epidemiológicas para analizar los posibles riesgos a largo plazo derivados de la exposición a las radiofrecuencias se han centrado sobre todo en hallar un nexo entre los tumores cerebrales y el uso de teléfonos móviles. Sin embargo, dado que numerosos tipos de cáncer no son detectables hasta muchos años después del contacto que pudo provocar el tumor y el uso de los teléfonos móviles no se generalizó hasta principios del decenio de 1990, a día de hoy en los estudios epidemiológicos sólo pueden analizarse los tipos de cáncer que se manifiestan en un plazo más breve. Aun así, los resultados de estudios realizados con animales coinciden en que la exposición a largo plazo a campos de radiofrecuencias no aumenta el riesgo de contraer cáncer."

Se han realizado y se están realizando grandes estudios epidemiológicos de *cohortes*, por ejemplo el estudio *Cohort Study of Mobile Phone Use and Health [COSMOS]* con la participación de numerosos países, en el marco de los cuales se han efectuado estudios de casos y controles y estudios prospectivos de cohortes dedicados a analizar una serie de variables sanitarias en la población adulta. Hasta la fecha, los resultados de esos estudios epidemiológicos no han aportado datos homogéneos o convincentes de que exista una relación causal entre exposición a las radiofrecuencias y efectos perjudiciales para la salud. Con todo, los estudios presentan demasiadas limitaciones como para descartar completamente esa posibilidad, especialmente en caso de uso intenso y a largo plazo.

"Si bien los datos obtenidos en el estudio *INTERPHONE* no indican un aumento del riesgo de sufrir tumores cerebrales, el uso cada vez mayor del teléfono móvil y la falta de datos referentes a su utilización por periodos de más de 15 años hacen evidente la necesidad de seguir investigando la relación del uso de este aparato con el riesgo de contraer cáncer cerebral. En concreto, dada la reciente popularidad de los teléfonos móviles entre los jóvenes y, por consiguiente, la posibilidad de una exposición más prolongada a lo largo de la vida, la *OMS* ha impulsado que se ahonden las investigaciones en este grupo de población. En estos momentos, se están llevando a cabo diversos estudios que investigan los posibles efectos sobre la salud de niños y adolescentes".

3.4.5 Academia Nacional de Medicina, Academia de Ciencias y Academia de las Tecnologías de Francia.

El pasado día 17 de diciembre de 2009 se publicó una revisión conjunta de las tres Academias citadas sobre el informe que la *AFSSET* había publicado en Octubre sobre radiofrecuencias. El título del informe de las tres Academias es: "*Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement*" (*Reducir la exposición a las ondas de las antenas de telefonía no está justificado científicamente*) [*AcadFranc-2009*].

El análisis realizado por estas instituciones es muy crítico con la nota de prensa de la *AFSSET* en la que se informaba sobre la publicación de su informe técnico [*AFSSET-2009-Nota Prensa*]. Parece evidente que la *AFSSET* exageró los resultados del estudio para justificar una posible reducción de la exposición a la *RF*. La nota de prensa resaltó los 11 estudios que reflejaban efectos biológicos para justificar una reducción de la exposición.

Las “señales de alerta” que se citaron no se corresponden con las conclusiones del informe final y están en contradicción con las recomendaciones de los expertos de la *AFSSET*.

-Es muy probable que las medidas de reducción de la exposición, que se citaron en el comunicado de prensa, respondan a una iniciativa de gestión política del riesgo ya que el informe de la *AFSSET* establece que la mayoría de los estudios no han observado efectos biológicos y los pocos que se si los observaron no han sido replicados.

-No hay motivos científicos que justifiquen una reducción de los límites de exposición actuales a las ondas electromagnéticas de la telefonía móvil.

- Una vez más se demuestra que el método más eficaz para reducir la exposición actual es aumentar el número de antenas y su cobertura.

- Se reafirman las conclusiones de la *OMS*, *ICNIRP*, *SCENIHR*, *Academia Francesa de Medicina* y otros organismos competentes en evaluación de riesgos

-No se han confirmado algunos efectos biológicos que se habían asociado a la exposición a *CEM* de *RF* (no generan *radicales libres*, no son *genotóxicos*, ni *mutagénicos*, no son cancerígenos, ni provocan otros efectos a niveles no térmicos).

- No hay evidencias, actualmente, de que el uso de habitual de la telefonía móvil aumente el riesgo de tumores cerebrales mediante un *mecanismo de promoción*.

- No se ha demostrado que la llamada *hipersensibilidad electromagnética* sea ocasionada por las ondas electromagnéticas.

- El informe de la *AFSSET* confirma que la exposición del público a las antenas de telefonía móvil no genera riesgos sanitarios en la población que vive cerca de estas instalaciones.

Por último, debemos señalar que las academias llaman la atención sobre una reducción irreflexiva de la exposición podría generar un efecto contrario para la mayoría de los ciudadanos.

En nuestro país tenemos ejemplos de actitudes similares cuando, en algunos casos, con la excusa de reducir la exposición se han rechazado antenas que han provocado una pérdida de cobertura, un aumento de la potencia de emisión de antenas cercanas y un aumento de la potencia a la que deben operar los móviles, incrementando innecesariamente la exposición de la cabeza.

3.5 Antenas de telefonía móvil

Los estudios epidemiológicos sobre los efectos de las emisiones de las estaciones base adolecen de numerosos problemas metodológicos derivados, entre otros factores, de la dificultad de estimar la exposición real.

Los estudios que se suelen citar [*Wolf-2004*], [*Eger-2004*] y [*Oberfelf-2008*] sobre hipotéticos riesgos de las antenas son de difícil interpretación debido a los pocos casos estudiados, los *sesgos* de selección y de participación (“afectados y *efecto nocebo*”). En estos estudios se detectan errores en la exageración del riesgo mediante la elección de áreas de estudio, períodos de tiempo o variables demográficas, estimación de la exposición en función de las distancias a las antenas, cuestionarios subjetivos,

errores en los denominadores, inexistencia de mediciones objetivas, ausencia de identificación del origen de otras fuentes de exposición (Radio , TV, *DECT*, aparatos electrodomésticos, ordenadores, etc) y *sesgos* de publicación que hacen que estos trabajos sean poco informativos por sus inconsistencias metodológicas que invalidan la obtención de conclusiones relevantes.

Recientemente se ha publicado un estudio sobre antenas de *TM* y cáncer infantil. El objetivo de este trabajo fue investigar si las mujeres embarazadas que viven cerca de una antena tienen un mayor riesgo de que sus hijos padezcan mayores tasas de cáncer [Elliot-2010]. En el estudio participaron 1397 casos de cáncer (niños y niñas de 0 a 4 años de edad) y 5588 controles. Se estudiaron los tumores del *SNC*, *leucemia*, *linfomas no Hodgkin*, y todos los tipos de cánceres combinados ajustados por variable de nivel de educación, situación económica, densidad de población y otros factores sociodemográficos. Se obtuvo información de 81781 antenas durante el período comprendido entre el 1 de enero de 1996 a 31 de diciembre de 2001. La conclusión de este estudio es que no hay asociación entre la exposición a antenas de *TM* de mujeres embarazadas y aumento de riesgo de tumores en sus hijos.

Un estudio japonés ha investigado los posibles efectos a corto plazo de las antenas *W-CDMA* (*UMTS*) en mujeres que presentaban síntomas clínicos relacionados con el uso de los teléfonos móviles (*MPRS*) [Furubayashi-2009]. Este trabajo es un estudio caso-control, de provocación, doble ciego diseñado para confirmar si los sujetos que dicen sentir síntomas relacionados con el uso de teléfono móvil son más susceptibles que los controles a los efectos de los *CEM* emitidos por las estaciones base (campos de frecuencia 2,14 GHz , intensidad de

campo eléctrico 10 V/m , *W-CDMA-UMTS*). Los casos seleccionados fueron 11 y los controles 43. Las condiciones de exposición (todas con una duración de 30 minutos) fueron 4: continua, intermitente, simulada con ruido y sin ruido, en una habitación blindada que simuló la exposición del cuerpo entero a una antena de telefonía móvil. La potencia de emisión utilizada fue superior a las cantidades habituales que emiten las antenas. Se midieron varios parámetros psicológicos y cognitivos antes y después de la exposición y se midieron las funciones del sistema nervioso autónomo (temperatura superficial de la piel, tasa cardiaca y flujo local de sangre). Se preguntó a los participantes sobre su percepción de los *CEM* y el nivel de malestar durante el experimento. Los resultados mostraron que el grupo de personas con *MPRS* no presentó diferencias respecto al grupo control en su habilidad para detectar si estaban expuestos a los *CEM*. Sin embargo, experimentaron más malestar independientemente de que estuvieran o no expuestos a los *CEM* y a pesar de que no mostraron cambios en sus funciones del sistema nervioso autónomo.

Por lo tanto, los dos grupos no presentaron diferencias en sus respuestas a una exposición real o simulada teniendo en cuenta la evaluación de sus respuestas psicológicas, cognitivas o autónomas. La conclusión de este interesante trabajo es que los autores no encontraron evidencia de ninguna relación causal entre la los síntomas hipersensibilidad y la exposición a los *CEM* de las antenas de *TM*.

Un estudio clínico controlado investigó la *hipersensibilidad electromagnética* a las *RF* emitidas por la telefonía móvil que usa la tecnología *CDMA* [Nam-2009]. En este trabajo dos grupos de voluntarios de 18 personas que se declararon como

hipersensibles y 19 no hipersensibles fueron sometidas a una exposición real y simulada de *RF CDMA* de teléfonos móviles con una potencia máxima de 300 mW durante media hora. Se investigaron parámetros fisiológicos como la tasa cardiaca, tasa de respiración, y tasa de variabilidad cardíaca, síntomas subjetivos y percepción de lo *CEM*. La conclusión obtenida fue que la exposición a *RF* no tuvo efectos sobre los parámetros fisiológicos o los síntomas subjetivos en ninguno de los dos grupos. En relación con la percepción no se obtuvo ninguna evidencia de que el grupo con hipersensibilidad electromagnética percibiera los *CEM* mejor que el grupo sin hipersensibilidad electromagnética. Estos resultados están en línea con otros similares.

Otro estudio, cuyo objetivo fue evaluar la hipótesis de que la exposición continua a bajos niveles de *CEM* de *RF* emitidos por las estaciones base estaba relacionada con varias alteraciones de la salud [Berg-Beckhoff-2009]. Se interrogó mediante cuestionario a 3.526 personas que respondieron sobre en que medida les afectaban las estaciones base a su salud y se evaluó el nivel de exposición real a las antenas mediante dosímetro. La conclusión de este trabajo es que los *CEM* de *RF* emitido por las estaciones base no se asociaron con efectos adversos para la salud.

El objetivo de otro estudio fue clarificar si las exposiciones cortas (50 minutos) a $10 \text{ mW}/\text{m}^2$ a las señales de antenas de *TM* de *GSM* y *UMTS* afectaban a la atención, memoria y otras funciones fisiológicas en personas 44 personas hipersensibles y sus respectivos 44 controles [Eltiti-2009]. La aplicación de las señales de *RF* fue de tipo *doble ciego* con exposiciones reales y simuladas. El resultado de este estudio clínico fue que las funciones cognitivas no se afectaron por la

exposición a las frecuencias de *GSM* ni *UMTS*. La exposición no alteró el pulso arterial, la tasa cardiaca, y la conductancia de la piel que fueron medidas cuando los participantes realizaban las pruebas.

Una revisión sistemática de Rubin et al. sobre *Intolerancia Ambiental Idiopática (IAI, antes llamada Hipersensibilidad Electromagnética)* ha analizado 46 estudios de provocación *ciegos* o *doble ciegos* que implican el estudio de 1175 voluntarios que fueron examinados para valorar si la exposición a *CEM* era responsable de desencadenar síntomas de *IAI* [Rubin-2010]. La conclusión de esta exhaustiva revisión es que no se ha observado una sólida evidencia que apoye esta teoría. Sin embargo, los estudios analizados respaldan el papel del *efecto nocebo* en la presentación de síntomas agudos en este tipo de personas hipersensibles. A pesar de la convicción de que sus síntomas se deben a la exposición a *CEM* los repetidos experimentos realizados hasta la fecha no han podido replicar este fenómeno en condiciones controladas.

3.6 Declaración de las Autoridades Nórdicas

Las autoridades nórdicas coinciden en que no hay evidencia científica de los efectos adversos para la salud causados por intensidades de campo de radiofrecuencia en las condiciones de vida normales en la actualidad [Nordic-Auth-2009]. Esta conclusión está de acuerdo con la opinión de los organismos científicos internacionales y de asesoramiento, tales como: la *Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No-Ionizantes (ICNIRP)* [ICNIRP-1998] y [ICNIRP-2009]; la *Organización Mundial de la Salud (OMS)* [OMS-2006] y [OMS-2010]; el *Comité Científico de la Unión Europea sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes* y

Recientemente Identificados (SCENIHR) [SCENIHR-2009]; la Autoridad Sueca para la Protección frente a la Radiación (SSI) [SSI-2008]. Por lo tanto, las autoridades de los países nórdicos, en la actualidad, no ven la necesidad de una recomendación común que adopte nuevas medidas para reducir estos campos de radiofrecuencia.

Es importante señalar, sin embargo, que muchas de las tecnologías que utilizan campos electromagnéticos de radiofrecuencia sólo llevan en uso menos de dos décadas. Por tanto, es importante seguir la investigación activa sobre los posibles efectos sanitarios de la radiación de radiofrecuencia y revaloración de la literatura científica sobre este tema.

También es importante seguir la evolución de la exposición de diferentes fuentes y las posibles consecuencias sanitarias de esta exposición.

Las autoridades de los países nórdicos hacen hincapié en el hecho de que para reducir la exposición total del público en general a los sistemas de comunicación inalámbricos, es necesario llevar a cabo una planificación integrada que tenga en cuenta la radiación emitida, tanto de las antenas fijas como de los teléfonos móviles. Por otra parte, en términos de exposición del público en general, los teléfonos móviles constituyen una mayor fuente de radiación que las antenas fijas.

Si el número de antenas fijas es reducido, los teléfonos móviles tendrán que utilizar una potencia más elevada para mantener su conexión, con lo que la exposición del público en general puede aumentar.

Esta evidencia coincide con la opinión expresada por la AFSSET [AFSSET-2009] y las Academias Francesas de Medicina, Ciencias y Tecnologías sobre la necesidad de que el despliegue de antenas

se realice de forma que exista una buena cobertura de estaciones base que permiten disminuir la exposición global [AcadFranc-2009].

3.7 Observaciones finales

Como resumen final del análisis de las evidencias publicadas hasta el momento se pueden formular las siguientes conclusiones:

- La evidencia actual de los resultados clínicos y epidemiológicos establece que no hay relación causal entre exposición a las radiofrecuencias (RF) de la telefonía móvil (TM) y efectos adversos sobre la salud.
- Persisten los problemas en la calidad de la estimación de la exposición para realizar estudios fiables, consistentes y comparables.
- Los estudios controlados sobre personas que se declaran como hipersensibles a los CEM de RF de la TM (teléfonos y antenas) han demostrado que no existe relación causal entre la sintomatología que expresan estas personas y su exposición a este tipo de RF.
- Interpretados globalmente los resultados de los estudios epidemiológicos sobre tumores cerebrales y uso del teléfono móvil estudios publicados hasta la fecha no demuestran un incremento del riesgo en un período de uso de 10 años de padecer tumores cerebrales.
- En algún estudio se ha observado algún ligero aumento del riesgo de padecer tumores en el grupo de usuarios de teléfonos móviles con niveles más elevados de horas acumuladas. Los errores y sesgos detectados en estos estudios impiden obtener establecer relaciones causales.

- Si hubiera algún efecto derivado de la masiva exposición a la *TM* este debería reflejarse en las tendencias de incidencia de tumores cerebrales. Estos cambios no se han observado en los estudios realizados en varios países.

- Los cortos períodos de exposición a la *TM* y los elevados períodos de latencia de los tumores cerebrales aconsejan continuar los estudios a largo plazo sobre los efectos de la *TM*.

4. Fuentes de emisión de radiofrecuencias y exposición

Las ondas electromagnéticas de radiofrecuencias son *radiaciones no ionizantes* (con energía insuficiente para ionizar los átomos), cuyas frecuencias están comprendidas entre 30 kHz y 300 GHz .

Los valores de las magnitudes físicas que sirven para caracterizar la exposición a este tipo de ondas, tales como *frecuencia* (f), *campo eléctrico* (E), *campo magnético* (H), *densidad de potencia* (S) y *tasa de absorción específica* (SAR), varían dependiendo del tipo de fuente de emisión y del medio material a través del que se propaga. Las fuentes de radiofrecuencias están originadas por las nuevas tecnologías de comunicaciones, tales como antenas de estaciones base de telefonía móvil (*GSM*, *UMTS*), antenas de radiodifusión (*AM* y *FM*), radares civiles y militares, etc. que operan lejos del cuerpo humano. Además de las anteriores, existen fuentes de radiofrecuencia que operan cerca del cuerpo, tales como los teléfonos móviles, dispositivos *Wi-Fi*, *Bluetooth*, teléfonos inalámbricos *DECT*, etc.

4.1 Niveles de exposición a las radiofrecuencias

Para frecuencias comprendidas entre 100 kHz y 10 GHz , banda en las que están incluidas las antenas y terminales de comunicaciones móviles, es necesario limitar la *SAR* con el fin de prevenir la fatiga calorífica del cuerpo así como un calentamiento local excesivo de los tejidos. Cuando

se calcula a nivel local, esto significa que no se sobrepasen los 2 W/kg , promediados en 10 gr. de tejido de acuerdo a lo establecido en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999 [UE-1999]. Este valor de *SAR*, o *restricción básica*, ha sido establecido considerando un factor de seguridad de 50, respecto de los efectos nocivos comprobados.

Sin embargo, aunque en exposiciones próximas al cuerpo, como la del teléfono móvil, la *SAR* es la magnitud que hay que evaluar, en exposiciones lejanas a las fuentes de emisión, como es el caso de las antenas de telefonía móvil, los valores que no se deben sobrepasar según la Recomendación anteriormente mencionada, son los denominados *niveles de referencia*. Los valores de los *niveles de referencia* limitan las magnitudes físicas de *campo eléctrico* (E), *campo magnético* (H) y *densidad de potencia* (S). Los niveles de referencia para estas magnitudes dependen del rango de *frecuencia* (f) considerado y se muestran en la Tabla I.

Estos *niveles de referencia* tienen valores derivados de la *SAR* para un caso peor de exposición. Si se verifican los niveles de referencia, se cumplen las restricciones básicas de la *SAR*. En ciertos casos, es posible que no se cumplan los *niveles de referencia* y sí se verifique la *SAR*.

Tabla I. Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0Hz-300GHz, valores RMS imperturbados)

Gama de frecuencia (f)	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μ T)	Densidad de potencia equivalente de onda plana, S (W/m ²)
0,1 Hz	-----	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-----
1 - 8 Hz	10000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-----
8 - 25 Hz	10000	$4000/f$	$5000/f$	-----
0,025 - 0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-----
0,8 - 3 kHz	$250/f$	5	6,25	-----
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-----
0,15 - 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-----
1 - 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-----
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

4.2 Europa: Exposición a diferentes fuentes

Según informes como el de la *Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de Medioambiente y Trabajo (AFSSET)* de octubre de 2009, véase [AFSSET-2009], y el último informe del *Comité Científico sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados, (SCENIHR)* de enero de 2009, véase [SCENIHR-2009], entre otros, las exposiciones a radiofrecuencias producidas por fuentes que operan lejos del cuerpo humano provienen fundamentalmente de antenas de telefonía móvil (*GSM, UMTS*), que son las que más preocupan a la población. En el caso del *GSM*, los niveles de exposición medidos en densidad de potencia equivalente de onda plana van desde cientos de nW/m^2 a decenas de mW/m^2 (*), estando el límite normativo fijado en $4,5W/m^2$, para la correspondiente frecuencia de 900 MHz (Tabla I). En el caso del *UMTS*, las medidas van de nW/m^2 a $1 mW/m^2$, muy inferior al nivel de densidad de potencia de $9,5W/m^2$ permitido para estas frecuencias.

Para fuentes que operan cerca del cuerpo humano, como los teléfonos móviles, dispositivos *DECT*, dispositivos *Wi-Fi, Bluetooth*, entre otros, los estudios han mostrado que la mayor exposición proviene de los teléfonos móviles, cuya *SAR* va desde 0,2 a

$1,5W/kg$, si bien este último valor sólo se daría en condiciones especiales y operando a máxima potencia. En cualquier caso, los valores obtenidos se encuentran por debajo del límite de $2W/kg$, promediado en 10 gr. de tejido de cabeza, establecido por la normativa. Hay que señalar que el teléfono móvil, en condiciones de funcionamiento normal, reduce su potencia de funcionamiento, pudiendo llegar a ser de hasta 100.000 veces menor que la máxima. Esto es así cuando se consideran condiciones óptimas de recepción con un sistema de antenas de telefonía móvil optimizado.

Últimamente ha aumentado la preocupación por la exposición a dispositivos *Wi-Fi* pero la exposición a los mismos es inferior a la de los teléfonos móviles, y sólo sería similar a la de dichos teléfonos en el caso de proximidad a las antenas de punto de acceso de los sistemas *Wi-Fi*, situación poco probable. Tanto la exposición a estos dispositivos como a la de los teléfonos inalámbricos *DECT, Bluetooth*, etc., disminuye mucho con el aumento de la distancia a la fuente emisora, y la *SAR* promediada, en condiciones normales de utilización, está por debajo de los $0,6W/kg$. La *Agencia Británica de Protección de la Salud (HPA)* emitió en 2009 un comunicado donde se señala que las señales de los dispositivos *Wi-Fi*, cuya potencia emitida es inferior a $100mW$, no afectan a la salud, como tampoco lo hacen otras señales de radiofrecuencia de potencia de emisión algo superior, como las emitidas por los teléfono móviles [HPA-WIFI-2009].

(*) $1 nW = 10^{-9} W = 0,000000001 W$

$1 mW = 10^{-3} W = 0,001 W$

4.3 España: Niveles de exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de las estaciones base de Radiocomunicaciones

El artículo 9 del Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre [RD1066-2001], por el que se aprueba el Reglamento que establece medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece que los servicios técnicos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC) elaborarán planes de inspección para comprobar la adaptación de las instalaciones, como las estaciones base de telefonía móvil, a lo dispuesto en el Reglamento.

En el último informe, publicado en 2010 por el MITyC [MICyT-2009], correspondiente a las actuaciones llevadas a cabo en 2009, se exponen y analizan los resultados obtenidos en las inspecciones y actuaciones realizadas por los servicios de la Dirección General de Telecomunicaciones, para la comprobación del estado de la planta radioeléctrica de los operadores de telecomunicaciones instalada en España y de las certificaciones realizadas por los técnicos competentes en el año 2009.

En el último informe se especifica que *“todas las mediciones llevadas a cabo en todo el territorio nacional han arrojado valores de exposición radioeléctrica muy inferiores a los señalados en el Real Decreto 1066/2001, como límite de referencia, que garantiza la salud de las personas”*. Además, el informe indica que el valor máximo medido, en los promedios por provincias, es de $5,010 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, a 900 MHz, muy inferior al nivel de referencia de

$450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ establecido en el Real Decreto para esta frecuencia (*).

Estas mediciones se realizan de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 1066/ y a lo fijado en la orden ministerial CTE/23/2002 de 11 de enero, por la que se disponen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones [ORDEN CTE/23/2002].

Toda la información sobre las emisiones de las distintas estaciones base de TM puede consultarse en la página Web del MITyC, (<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>), siendo pública y gratuita.

4.3.1 Medidas en lugares sensibles

Se definen como zonas, áreas o lugares sensibles aquellos en los que por su naturaleza se considera que existe una mayor percepción de riesgo en la exposición a CEM, en los que habría que minimizar los niveles de exposición, de acuerdo con el artículo 8.7 del Reglamento establecido en el Real Decreto 1066/2001. Entre los lugares mencionados anteriormente se encuentran, entre otros, las guarderías, centros de educación infantil, centros de salud, hospitales, parques públicos.

Las primeras actuaciones realizadas durante el plan de Inspección de 2009, según se indica en el informe, se refieren a las realizadas en las áreas sensibles. La experiencia y los resultados obtenidos en las campañas de medida en los años anteriores

(*) $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2 = 0,01 \text{W}/\text{m}^2$

sirven de base para la identificación de los lugares sensibles, que se corresponden con un total de 3.818 áreas consideradas como tal.

El informe de *MITYC* del 2009 pone de manifiesto que el universo de espacios sensibles se mantiene en los 3.818 espacios ya reconocidos, ya que las nuevas instalaciones que han realizado los operadores, principalmente de estaciones base de telefonía móvil automática de la tercera generación *UMTS*, se han ubicado preferentemente junto a las ya existentes para las modalidades de *GSM-900* y *GSM-1800* o *DCS 1800* [*MICYT-2009*].

La distribución de medidas en los 149 espacios sensibles considerados, ubicados en un entorno aproximado de 100 metros de radio de alguna estación base de telefonía móvil, distribuida por provincias y Comunidades Autónomas, se recoge en el *Anexo I* del informe del *MICYT*. En dicho anexo también se muestra la distribución por centros de enseñanza, centros de salud, hospitalarios y parques públicos, cumpliéndose así el Reglamento.

4.3.1.1 Análisis de los niveles de exposición en lugares sensibles

Los Servicios de Inspección de la Dirección General de Telecomunicaciones de las distintas provincias son los que se han encargado de realizar las medidas de intensidad de campo o de densidad de potencia, de acuerdo al protocolo establecido en la Orden Ministerial CTE/23/2002 [*ORDEN CTE/23/2002*].

Según el informe del *MITYC*, correspondiente al 2009 los niveles medios de exposición radioeléctrica, considerados a nivel autonómico, nos proporcionan unos resultados que oscilan entre el máximo de $2,212 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en Madrid (lo que supone un ligero

descenso del 18,97 % del nivel máximo de radiación alcanzado en Madrid en el año anterior), y el mínimo de $0,007 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en Ceuta (lo que supone un descenso del 66,7 % del mínimo de radiación alcanzado en el año anterior en Navarra), estando la media nacional del nivel de radiación en 2009 en $0,462 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, un 11,7 % inferior a la media nacional del nivel de radiación del año 2008.

Hay que recordar que el nivel de referencia es de $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ para la frecuencia de 900 MHz. Se puede apreciar que los resultados obtenidos están muy por debajo de los niveles de referencia, un dato, por lo tanto, positivo.

Por ello, la conclusión que se desprende de los datos analizados y expuesta en el informe del *MITYC* es que en las zonas sensibles localizadas, los niveles de exposición de las radiaciones radioeléctricas siguen cumpliendo con amplísimos márgenes los niveles de referencia que han sido establecidos por la normativa vigente.

4.4 Auditorías de certificaciones anuales

En el marco de los planes de inspección se realizan auditorías de las certificaciones presentadas por las compañías operadoras de telefonía móvil, cuyo objetivo es examinar y verificar *in situ* la validez de la información aportada. En el informe del *MITYC* correspondiente a las actuaciones realizadas en 2009 se han analizado 54.119 incluidas las certificaciones proporcionadas por los operadores. Este volumen tan elevado de instalaciones analizadas es probablemente uno de los más completos de Europa.

El valor máximo medido en la auditoría es de $29,41 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en una estación *UMTS* en la Comunidad Autónoma de Andalucía y el mínimo estaba por debajo del nivel umbral del equipo de medida utilizado.

Considerando que el nivel de referencia que corresponde a la frecuencia de 1800 MHz de la estación *UMTS* es de $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, se concluye que los niveles de emisión medidos se mantienen por debajo de los valores de referencia.

En la totalidad de la muestra se realizaron mediciones de los niveles de exposición que se reflejan, para cada estación dentro de cada provincia, en el *Anexo II* del informe del *MITyC* [*MICyT-2009*].

4.5 Nuevas consideraciones en dosimetría

Si tenemos en cuenta las consideraciones del informe *SCENIHR* de enero de 2009, véase [*SCENIHR-2009*], y la opinión de *SCENIHR* adoptada posteriormente en julio de 2009, véase [*SCENIHR-2009b*], sigue presente la preocupación sobre la vulnerabilidad de los niños a la exposición de campos de *RF*, fundamentada principalmente en que su sistema nervioso está en desarrollo y pueden ser potencialmente más susceptibles que el de los adultos, y en un mayor tiempo de exposición debido a su esperanza de vida. Respecto a la valoración de la *SAR*, existen controversias en cuanto a los modelos de *fantomas* utilizados en las simulaciones numéricas, que deben ser solucionadas. En los informes mencionados se apunta que es preciso valorar tanto las exposiciones en campo lejano a las fuentes, como en el caso de las antenas, como las exposiciones en campo cercano, como en el caso de

los teléfonos móviles, considerando sus distintas formas de uso (*SMS*, modo de habla, juguetes que emiten *RF*, etc.), considerando las diversas edades. Algunos informes, como el de la *Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo* (*AFSSET*), consideran que siendo los teléfonos móviles la fuente mayor de exposición a *RF*, habría que promover el uso de teléfonos móviles con la menor tasa de absorción específica (*SAR*), así como caracterizar mejor la exposición del público a todas las fuentes de *RF* [*AFSSET-2009*].

En lo referente a antenas de telefonía móvil, aunque algunas opiniones apuntan a la reducción de las emisiones de las mismas, hay que señalar que, según señala el Informe conjunto de las Academias Francesas sobre telefonía móvil de diciembre de 2009, una reducción irreflexiva de dichas emisiones podría producir una mayor exposición de los usuarios de los teléfonos móviles [*AcadFranc-2009*].

4.6 Reglamentación sobre la exposición: Directivas y Normas

En Europa, con el objetivo de garantizar la protección de personas en la exposición a los campos electromagnéticos procedentes de las emisiones radioeléctricas, de acuerdo con la Recomendación Europea 1999/519/CE de 1999 [*UE-1999*], se ha continuado con las actividades de normalización siguiendo los mandatos de la Comisión Europea M/132 y M/351, siendo este último relativo a la exposición de los trabajadores. El grupo europeo de normalización integrado por *CENELEC*, *CEN* y *ETSI*, con la participación española del comité AEN/CTN215 de *AENOR* y en colaboración con la *IEC*, ha trabajado en la mejora de estándares ya existentes y en la elaboración de otros nuevos sobre la medida y cálculo de campos electromagnéticos (*CEM*) provenientes de distintos emisores y de la tasa

de absorción específica en el cuerpo humano. En la elaboración de dichos estándares se están teniendo en cuenta la presencia de diversas fuentes de emisión en las condiciones reales de exposición de personal.

En España se van adoptando oportunamente las normas europeas aprobadas por *CENELEC*, con la participación del comité AEN/CTN215. A la norma española correspondiente a la norma europea *EN* se la denomina *UNE-EN*. Toda esta labor de estandarización está dirigida a mejorar los métodos de valoración del cumplimiento de los niveles de referencia y restricciones básicas establecidos en la Recomendación de 1999 [UE-1999], lo que redundará en la mejor protección de la salud de los ciudadanos.

En lo que respecta a la exposición laboral a los *CEM*, lo que se considera una exposición controlada, se aprobó la Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de abril de 2004, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativa a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (CEM) [UE-2004] (corrección de errores [UE-2004b] y [UE-2004c]). Sin embargo, debido a las críticas formuladas a dicha Directiva por parte de distintos entes, fundamentalmente Academias de Medicina, en lo que se refiere sobre todo a su aplicación trabajadores de dispositivos médicos que utilizan campos electromagnéticos, su implantación se ha pospuesto al año 2012. Mientras tanto, en los distintos Estados miembros se están preparando guías para la aplicación en su momento de dicha Directiva a los diferentes sectores.

5. Resoluciones judiciales sobre riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos

Con respecto al análisis de resoluciones judiciales sobre riesgos de exposición a campos electromagnéticos, el CCARS ha publicado un documento detallado de opinión, que se encuentran recogidos en la página Web del Comité, www.ccars.es, [CCARS-JUR-2010]. En este apartado del informe se recoge un resumen de este documento.

En este momento, y a efectos del presente informe, parece oportuno poner de relieve el contraste que se advierte -podría decirse paradoja- al examinar la más reciente jurisprudencia del Tribunal Supremo, recaída en litigios en los que el centro del debate es el mismo, aunque desde diferentes perspectivas: la respuesta que el Derecho puede dar a las, llamémoslas así, “inquietudes” provocadas por el riesgo de exposición a campos electromagnéticos.

Hay que destacar el precepto sobre el que se ha elaborado la doctrina jurídica de la “inmisión”, concepto que refleja la idea de una injerencia en la esfera jurídica ajena como consecuencia de la propagación de sustancias o elementos nocivos o perturbadores. La experiencia, y por tanto la casuística judicial, nos advierte de inmisiones tan “clásicas” como las de olores, ruidos o vibraciones; o tan “modernas” como la de “luminosidad”. Y dentro de las últimas, desde luego, la “inmisión electromagnética”. La inmisión, que no requiere la introducción en el predio vecino de sustancias corpóreas (piénsese en el ruido), es una injerencia que, en primer lugar, puede ser “medida” con instrumentos o aparatos científicos; y, en *segundo*

término, es preciso que la injerencia supere los límites de la “normal tolerabilidad”.

La *tolerabilidad* (a efectos jurídicos, desde luego) es el resultado de una apreciación que, por principio, tiene que sobreponerse a lo que alega el demandante. Dicho de otro modo, la organización armónica de la convivencia no admite otra forma de determinar *lo tolerable* que no sea sobre bases o criterios objetivos. En algunos casos, aunque quizá los menos, será la ciencia la que determine los límites (la Medicina, por ejemplo, nos dirá el grado normal de resistencia a los ruidos o a la presencia de ciertas sustancias en la atmósfera). Pero en otros no podrá formularse ningún juicio si no es tomando como referencia al individuo medio: ni el más aguerrido ni el más pusilánime, ni el más transigente ni el más atrabiliario.

Los instrumentos jurídicos posibles en relación con cualquier inmisión y, por ello, con los campos electromagnéticos, son varios. En primer lugar, uno que podríamos llamar “preventivo”, propio del caso en el que quien dice sufrir esa inmisión pide a los Tribunales la remoción o eliminación de la “fuente” de la que aquél dice proceder la injerencia. En segundo término, el remedio constituido por una reparación o indemnización; es la hipótesis en la que el demandante alega haber sufrido o estar sufriendo un daño como consecuencia de su exposición a un campo electromagnético determinado. Un tercer instrumento es el constituido por la promulgación o el dictado de normas jurídicas -regulaciones- encaminadas al establecimiento de requisitos, condiciones o límites en la instalación de cualquier

modalidad de “equipo” generador de campos electromagnéticos. Un cuarto instrumento, en fin, puede ser el consistente en la impugnación judicial de actos concretos de autorización o denegación administrativa para la instalación de un determinado equipo de tal carácter.

En esta aportación se pone de manifiesto, un singular contraste constitutivo de una genuina contradicción. Concierno a la muy distinta forma en la que el Tribunal Supremo, en sus Salas Primera y Tercera, e incluso dentro de ésta, interpreta y aplica el concepto de “estado de la ciencia” para dirimir controversias en la materia que nos ocupa.

La [Sala Primera \(o de lo Civil\) del Tribunal Supremo](#), en su sentencia de [19 de febrero de 2010](#), entendió que el *estado de la ciencia* es soporte jurídico bastante para desestimar la pretensión de resarcimiento formulada por quienes decían experimentar daños como consecuencia de los campos electromagnéticos derivados de un centro de transformación eléctrica. Al referirse la sentencia al “criterio científico” determinante de su valoración de la prueba pericial, y de su fallo, citó, entre otros, los siguientes documentos: [\[UE-1999\]](#), [\[RD 1066-2001\]](#), [\[CIEMAT-1998\]](#), [\[REE-UNESA -2001\]](#), [\[MSC-2001\]](#), [\[RAC-2001\]](#), [\[UE-COM\(2000\)1\]](#).

La [Sala Tercera \(o de lo Contencioso-administrativo\) del Tribunal Supremo](#), en su sentencia de [19 de abril de 2006](#), resolvió el recurso de casación que una Asociación había interpuesto contra el Real Decreto 1066/2001. La sentencia desestimó el recurso en todos sus extremos. Y aunque no utilizó la concreta expresión de *estado de la ciencia*, es patente que resolvió con fundamento en la idea manifestada con dichas palabras. En presencia de interpretaciones y teorías radicalmente contrapuestas, aparentemente revestidas unas y otras de la calificación de “científicas”, la Sala hizo lo que procedía, esto es,

una labor de discriminación (quiere decir, diferenciación) entre *opiniones* y *opiniones*. La Sala Tercera vino a aceptar como estado de la ciencia en la materia el resultante de los parámetros, criterios y pautas de la Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 [\[UE-1999\]](#).

El contraste que constituye el objetivo de esta aportación reside en alguna jurisprudencia recaída en procedimientos contencioso-administrativos en los que ha ventilado la constitucionalidad (o la legalidad) de reglamentaciones municipales en materia de instalación de equipos radioeléctricos o infraestructuras de radiofrecuencias (señaladamente, antenas de telefonía móvil).

Han existido en el pasado sentencias desestimatorias de recursos contra regulaciones locales que imponían restricciones a la implantación de esas instalaciones, basadas en argumentos de orden urbanístico o paisajístico.

La novedad ha venido dada por la sentencia de la [Sala Tercera del Tribunal Supremo de 17 de noviembre de 2009](#), en el recurso contra un acuerdo del Ayuntamiento de Barcelona, por el que se acordó la modificación parcial de una Ordenanza sobre los usos del paisaje urbano de aquella ciudad. El análisis detallado, en términos jurisprudenciales, de esta sentencia, que inspira perplejidad, se recoge en la ponencia elaborada por el Prof. Ricardo de Ángel “*Resoluciones judiciales sobre riesgos de exposición a campos electromagnéticos*” que se encuentra disponible en la página Web del CCARS [\[CCARS-JUR-2010\]](#).

Entre las resoluciones judiciales en reclamaciones por daños, es importante la sentencia de la [Sala Primera del Tribunal Supremo de 19 de febrero de 2010](#), que sienta doctrina sobre *el estado de la ciencia* como criterio determinante para establecer los límites de “lo tolerable” en materia de exposición

a campos electromagnéticos. En el documento [CCARS-JUR-2010] que se encuentra en la página Web de CCARS se recoge un análisis detallado de la sentencia, que se resume en los siguientes términos:

- El Tribunal Supremo resuelve sobre la base de un considerable aparato argumental de las partes en conflicto; dentro de él, abundantes opiniones de carácter científico.
- La Sala Primera no sólo toma como referencia de su decisión el *estado de la ciencia*, sino que, para ello, discrimina o diferencia de entre las diferentes “opiniones” que en el pleito se habían propuesto. Es decir, el Tribunal determina con precisión qué fuentes de información son, precisamente, las para él definidoras del *estado de la ciencia* en el problema enjuiciado.
- La sentencia va todavía más lejos y, por un lado, formula una interesante reflexión sobre el método científico de demostración, relativo en este caso a la prueba de la inocuidad. En segundo término, la Sala no se desentiende del “principio de precaución”, sino que resuelve teniéndolo expresamente en cuenta.
- El Supremo resuelve por medio de una *valoración conjunta* de la prueba científica obrante en su poder, pero parece claro que el elemento de juicio fundamental en su decisión es la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999.

Entre las resoluciones que versan sobre la “acción normativa” de las Administraciones públicas, la Sentencia de la *Sala Tercera del Tribunal Supremo de 19 de abril de 2006* señala el estado de la ciencia como pauta de la actuación normativa de la Administración y recoge puntualizaciones sobre el llamado “principio de precaución”

Uno de los instrumentos jurídicos de protección contra las inmisiones consiste en la “acción normativa” de los poderes públicos. Cuando se habla de la *acción* de los poderes públicos, se hace referencia, desde luego, a leyes en sentido estricto, a reglamentos y a cualesquiera formas de expresión normativa de las cámaras legislativas y de las Administraciones públicas.

Cuando una disposición es impugnada, por tacha de inconstitucionalidad o de ilegalidad, los tribunales se enfrentan a dos cuestiones: de un lado, la de jerarquía normativa; y de otro la llamada *competencial*, esto es, la que versa sobre la legitimación del poder público, autoridad u órgano autores de la regulación de que en cada caso se trate.

Por lo que respecta a las inmisiones electromagnéticas, son normas a tener presentes las que siguen:

- El artículo 149.1.16ª de la Constitución atribuye al Estado competencia exclusiva, entre otras materias, sobre “*bases y coordinación general de la sanidad*”.
- El mismo artículo, ordinal 21ª, asigna al Estado competencia exclusiva, entre otras, en la materia de “*régimen general de comunicaciones*”.
- El artículo 24 de la Ley General de Sanidad, de 25 de abril de 1986, dispone: “*Las actividades públicas y privadas que, directa o indirectamente, puedan tener consecuencias negativas para la salud, serán sometidas por los órganos competentes a limitaciones preventivas de carácter administrativo, de acuerdo con la normativa básica del Estado*”.

- El artículo 42.2 de la misma Ley dispone que los ayuntamientos, sin perjuicio de las competencias de las demás Administraciones públicas, tendrán una serie de “responsabilidades mínimas” (las que el propio precepto enumera) *“en relación al obligado cumplimiento de las normas y planes sanitarios”*. La enumeración que sigue, siempre referida al “control sanitario”, incluye, entre otros, medio ambiente, contaminación atmosférica, industrias, actividades y servicios, edificios y lugares de vivienda y convivencia humana, distribución y suministro de alimentos, bebidas y demás productos directa o indirectamente relacionados con el uso o consumo humano, etc.
- La Ley general de telecomunicaciones, de 13 de noviembre de 2003, dispone en su artículo 43, apartado 1, que *“el espectro radioeléctrico es un bien de dominio público, cuya titularidad, gestión, planificación, administración y control corresponden al Estado”*. Y el apartado 2 del mismo artículo establece: *“La administración, gestión, planificación y control del espectro radioeléctrico incluyen, entre otras funciones, la elaboración y aprobación de los planes generales de utilización, el establecimiento de las condiciones para el otorgamiento del derecho a su uso, la atribución de ese derecho y la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas”*.
- El artículo 25.2.h) de la Ley reguladora de las bases del régimen local, de 2 de abril de 1985, atribuye competencias al municipio, en los términos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas, en materia de *“protección de la salubridad pública”*.

La sentencia de la [Sala Tercera del Tribunal Supremo](#) de 19 de abril de 2006 resolvió, desestimándolo, el recurso contra el Real Decreto 1066/2001.

La sentencia, por otra parte, dedicó amplias consideraciones al “principio de precaución”, que la Asociación recurrente decía haber sido vulnerado por el Real Decreto impugnado, concluyéndose, a través de un complejo conjunto de argumentos que se pueden encontrar en la ponencia elaborada por el Prof. Ricardo de Ángel [CCARS-JUR-2010] y que se puede encontrar en la página Web del CCARS, que el Real Decreto impugnado no había infringido el “principio de precaución”.

Los precedentes razonamientos de la Sala Tercera se ajustan a la que, a juicio del Prof. R. de Ángel, constituye la mejor doctrina -en lo científico y en lo jurídico- sobre el mal llamado “principio de precaución”. Mal llamado porque, a pesar del nombre de “principio” que se le atribuye, el concepto como tal no es, en absoluto, un principio científico.

El documento, que se cita en la sentencia-, titulado *“Comunicación de la Comisión sobre el recurso al principio de precaución, COM (2000) 1”* [UE-COM(2000)1], dice -número 3 del “Resumen” con el que comienza- que el “principio de precaución” se justifica *“cuando la evaluación científica preliminar objetiva indica que hay motivos razonables para temer efectos potencialmente peligrosos”* que puedan ser incompatibles con el nivel de protección elegido por la hoy Unión Europea.

Más adelante, la Comunicación dice que ese recurso presupone:

“La identificación de efectos potencialmente peligrosos que se derivan de un fenómeno, de un producto o de un proceso;

Una evaluación científica de los riesgos que, debido a la insuficiencia de los datos, a su carácter no concluyente o a su imprecisión, no permite determinar con una certeza suficiente el riesgo en cuestión”.

En todo caso procede dejar sentado que la Comunicación no modifica ni afecta a las disposiciones del Tratado de la Unión Europea ni al Derecho derivado comunitario. Lo que significa, en la cuestión que nos ocupa, que queda intacto el contenido de la Recomendación europea sobre campos electromagnéticos, de 12 de julio de 1999.

Antes de que en febrero de 2000 se publicara el documento “COM (2000) 1”, el eminente científico Philippe KOURILSKY, del Instituto Pasteur, miembro del Instituto de Francia, y la reconocida jurista Geneviève VINEY, Profesora de Derecho civil de la Universidad París I, remitieron, el 29 de Noviembre de 1999, al Primer Ministro francés el “Rapport” sobre el “principio de precaución” que el último les había encomendado y que fue publicado en enero de 2000 por *Éditions Odile Jacob*. Particular relieve merecen, en la segunda parte, páginas 119 y siguientes, las manifestaciones de los autores sobre el “contenido normativo del principio de precaución”; para el que formulan una *definición* del “principio de precaución”, luego trasladada al apartado de “definiciones” con el que se abre el capítulo de “Recomendaciones” del informe (páginas 215 y siguientes). Dicen los autores: *“El principio de precaución define la actitud que debe observar toda persona que toma una decisión relativa a una actividad de la que se puede razonablemente suponer que comporta un peligro grave para la salud o la seguridad de las generaciones actuales o futuras, o para el medio ambiente. Se impone especialmente a los poderes públicos, que deben hacer prevalecer los imperativos de salud y de*

seguridad sobre la libertad de intercambios entre particulares y entre Estados”.

En todo caso el CCARS quiere dejar constancia de criterios importantes que forman parte de procedimientos de actuación inspirados en el principio de precaución, criterios como los de transparencia e información a los ciudadanos y participación de éstos (formalmente esto ya está contemplado con carácter general y se suele utilizar por grupos de afectados o interesados), los de paso a paso, caso por caso, trazabilidad, autorización e inspección, entre otros.

En el fundamento jurídico siguiente, la sentencia puso de manifiesto los motivos por los que en el Real Decreto impugnado se cumplían las exigencias del “principio de precaución”:

“En el caso de autos todas estas condiciones aparecen cumplidas. No cabe dudar, a la vista de la secuencia de datos que hemos transcrito en el fundamento jurídico séptimo de esta sentencia, que tanto la Recomendación comunitaria como el Decreto 1066/2001 vinieron precedidos de un previo proceso de trabajo y análisis rigurosos desde el punto de vista científico. La tesis que de él surgió, respaldada en este mismo plano científico por los comités y las organizaciones que ya han sido dichas, confirmó que, sujeta al respeto de los límites contenidos en la Recomendación, la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad no producía efectos nocivos para la salud humana, tanto si se trataba de efectos térmicos como no térmicos”.

Después de hacer una referencia a los beneficios de todo tipo que supone la introducción y extensión universal de la telefonía móvil, la sentencia concluyó:

“Finalmente, las exigencias de cautela están presentes en otras medidas que tanto la

Recomendación comunitaria, en su ámbito propio, como el Real Decreto 1066/2001 en el suyo consideran necesarias. No se trata, pues, de una cuestión cerrada que deba entenderse fijada de modo inalterable, sino más bien de una referencia normativa susceptible de modificación y, aún más, sujeta a escrutinio constante promovido por las propias autoridades públicas.

En el marco comunitario el Consejo recomendaba ya en 1999 el fomento de la investigación relativa a los efectos a corto y largo plazo de la exposición a campos electromagnéticos en todas las frecuencias pertinentes y, de modo concreto, la colaboración con las organizaciones internacionales competentes en este ámbito. Proponía asimismo la revisión y actualización de los valores fijados 'teniendo en cuenta también los posibles efectos, que están siendo actualmente estudiados, incluidos los aspectos pertinentes relativos a la precaución', a cuyo efecto invitaba a la Comisión a elaborar, en el plazo de cinco años, un 'informe para la Comunidad en su conjunto que tenga en cuenta los informes de los Estados miembros así como los últimos datos e informes científicos'. A él hemos hecho referencia en el fundamento jurídico correspondiente, una vez que ha sido publicado por la Comisión de las Comunidades Europeas.

En el marco nacional, el artículo 7 del Real Decreto 1066/2001 dispone que en función de la 'evidencia científica disponible' y de la información facilitada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Sanidad y Consumo, en coordinación con las Comunidades Autónomas, evaluará los riesgos sanitarios potenciales de la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas y que 'adaptará al progreso científico el anexo II, teniendo en cuenta el principio de precaución y las evaluaciones realizadas por las organizaciones nacionales e internacionales competentes'. Los

informes aportados para mejor proveer, procedentes del citado Ministerio, revelan que se lleva a cabo la labor de supervisión y análisis ulterior que el Real Decreto 1066/2001 exige y que la prudencia aconseja".

Sin embargo, el criterio que establecía la resolución de la Sala Tercera del Tribunal Supremo que se ha examinado no es el seguido por algunas recientes sentencias de la misma Sala. Hay que referirse a sentencias dictadas en recursos contra reglamentaciones municipales sobre instalación de infraestructuras de radiofrecuencias. Versan esas sentencias, al menos en parte, sobre regulaciones locales en las que se establecen, precisamente al socaire del objetivo de protección de la salud, condiciones de establecimiento o instalación más severas o restrictivas que las del Real Decreto 1066/2001 (que es tanto como decir más severas o restrictivas que las de la Recomendación comunitaria de 1999).

La potestad normativa de la Administración municipal da cabida, desde luego, a regímenes especiales de establecimiento o instalación de actividades, entre otras las industriales de cualquier género. Así lo había venido proclamando una abundante jurisprudencia. Por ejemplo, la sentencia de la Sala Tercera de 23 de mayo de 2006, que desestimó el recurso promovido por una empresa de telefonía móvil contra una Ordenanza del Ayuntamiento de Santander sobre condiciones urbanísticas de localización de instalaciones de telefonía móvil celular y otros equipos radioeléctricos, sentencia que se discute en detalle en la ponencia elaborada por el Prof. R. de Ángel antes mencionada [CCARS-JUR-2010].

De las citas que se mencionan en la sentencia cabe colegir que la colisión era entre la legalidad en materia de telecomunicaciones y la urbanística,

incluyendo dentro de ésta la medioambiental. Citando textualmente la ponencia del Prof. R. de Ángel:

[Verdad es que el pasaje que hemos reproducido aludió también a las competencias municipales en materia de salubridad pública, pero debe advertirse que la sentencia en cuestión no tuvo necesidad de adentrarse en cuestiones relativas a la sanidad o a la salud. Por cierto, no parece inoportuno apuntar que aunque “salubridad” y “salud” sean palabras con un origen etimológico común, se trata de vocablos que, a nuestro juicio, tienen distinto alcance semántico o “ideológico”. De hecho, parece significativo que el artículo 25 de la Ley de bases del régimen local, en su apartado 2, al establecer el elenco de competencias del municipio, distinga entre “protección de la salubridad pública” (letra h) y “participación en la gestión de la atención primaria de la salud” (letra i).

Por lo demás, el mismo artículo 25.2 de la Ley citada atribuye una serie de competencias a los municipios, pero, según añade, “en los términos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas”.

El problema surge cuando, como se pone de relieve al principio de esta aportación, la sentencia de la Sala Tercera del Tribunal Supremo de 17 de noviembre de 2009 se adentró en el espinoso asunto de las competencias municipales para el establecimiento de *medidas de protección de la salud*, precisamente, en lo que atañe a la instalación de equipos productores de emisiones radioeléctricas.

Procede recordar que la Sala Tercera expresó en esta resolución dos afirmaciones que deben ser resaltadas.

En primer lugar, manifestó la sentencia que el riesgo “*por los campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas no puede ser considerado cerrado desde una perspectiva estrictamente científica*”.

En segundo término, añadió la resolución que (por eso) “*es lógico que los Ayuntamientos en el ámbito de su propia competencia se sientan tentados a imponer medidas adicionales de protección en esta materia*”.]

La primera de esas aseveraciones no parece científicamente sostenible. Y, por eso, tampoco jurídicamente. De acuerdo con el análisis realizado en el seno del [CCARS](#) se entiende que tal afirmación tenía -en buena lógica- que haber puesto en tela de juicio, o en su caso desautorizado, los razonamientos que movieron a la misma Sala, en su sentencia de 19 de abril de 2006, a afirmar, en primer lugar, que los *valores de exposición* a campos electromagnéticos inferiores a los establecidos en la Recomendación comunitaria de 1999 (y, por ello, en el Real Decreto 1066/2001) no entrañan riesgo para la salud humana; y en segundo término, que no había lugar a aplicación alguna del llamado “principio de precaución”.

Como dice el Prof. de Ángel en su ponencia:

[Dicho de otro modo, es palmario que la sentencia de la Sala Tercera del Tribunal Supremo de 17 de noviembre de 2009, y las que siguen su criterio (ya han sido varias), discrepan de la de 19 de abril de 2006 en la comprensión o valoración del estado de la

ciencia en la materia. A no ser que se entienda -cosa científicamente insostenible- que el no poderse considerar “cerrado” el análisis de un riesgo (es decir, no llegarse al denominado “riesgo cero”) está en contradicción, en un momento determinado, con la formulación de un estado de la ciencia al respecto.

La segunda de las aseveraciones de la sentencia de 17 de noviembre de 2009, aunque está estrechamente vinculada a la anterior, no deja de causar cierta sorpresa.]

En efecto, el razonamiento de la Sala de que, por no estar “cerrado” el riesgo sobre los campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas, *“es lógico que los Ayuntamientos se sientan tentados a imponer medidas adicionales de protección”*, constituye, a juicio de los juristas miembros del CCARS, apelación a un criterio notoriamente *metajurídico* y, por ende, no apto para servir de base a una solución en Derecho (lo que toda sentencia debe ser).

De nuevo, recurriendo a la cita textual de la ponencia del Prof. de Ángel:

[No parecen necesarios demasiados razonamientos para sostener que un Tribunal no debe enjuiciar la actuación normativa de un Ayuntamiento a la luz del criterio de lo que

éste “se sienta tentado a imponer”. Distinta sería la cuestión, desde luego, si hablásemos de una valoración “política” (es decir, de imagen o de conveniencia) de lo acordado por la autoridad municipal. Pero aquí, y a esto se reduce la opinión de los juristas del CCARS, se debe referir a un problema de Derecho.

Porque, en suma, en esta aportación se ha pretendido poner sobre aviso, no tanto del peligro de que pueda quedar malparado el criterio (que, téngase presente, es un criterio jurídico) conocido como “estado de la ciencia”, sino del de que su inobservancia (o simplemente su postergación) pueda conducir a desenlaces contrarios a la seguridad jurídica, a la interdicción de la arbitrariedad de los poderes públicos, a la jerarquía normativa o a la igualdad. Principios, todos ellos, de particular relieve constitucional.

Sería paradójico, cuando menos, que si el “estado de los conocimientos de la ciencia o de la técnica” es circunstancia que determina cuándo la Administración no incurre en responsabilidad (artículo 141.1 de la Ley de régimen jurídico de las Administraciones públicas y del procedimiento administrativo común, en su redacción desde 1999), esa misma circunstancia no fuera la guía para la solución jurídica (fundada, y siempre la misma) en cuestiones como la que motiva nuestro informe.]

6. Percepción social en Europa sobre efectos de los campos electromagnéticos

En junio de 2010 se hizo público el informe de un [Eurobarómetro especial](#) (73.3), generado a propuesta de la Dirección General de Sanidad y para los Consumidores (DG SANCO) de la Comisión Europea y coordinado, según es habitual en estos análisis demoscópicos, por la Dirección General de Comunicación (DG COMM) [[Eurobarómetro-EMF-2010](#)]. Las encuestas fueron realizadas en la temprana primavera de 2010, con un campo analítico que abarcaba los 27 Estados de la Unión Europea (UE) y 26.602 ciudadanos europeos encuestados.

El informe recoge los resultados agrupados en cinco secciones. En la primera se contextualiza, dentro de un marco de salud medioambiental, la percepción ciudadana acerca de los riesgos potenciales de cinco fuentes de campos electromagnéticos (CEM) sobre la salud en comparación con otra decena de factores ambientales. Las tres siguientes secciones han tratado de explorar, en el dominio cultural en que se sitúan los espacios de la información y el conocimiento sobre los riesgos potenciales de la salud de los CEM, los niveles de conocimiento y preocupación, los planos de satisfacción en lo que concierne a la información, así como los instrumentos por medio de los que se suministra la información. La quinta sección incide en el campo de las políticas y el papel de la Unión Europea.

Este [Eurobarómetro especial](#) de 2010 (73.3) es el segundo sobre los efectos en la salud de los CEM, el primero de la serie se realizó en el otoño de 2006 y

se publicó en Junio de 2007 [[Eurobarómetro-EMF-2007](#)].

6.1 Algunos resultados

La primera evidencia notable es que, entre los 15 factores ambientales de riesgo potencial para la salud, las cinco fuentes de campos electromagnéticos (líneas de alta tensión, antenas para telefonía móvil, teléfonos móviles, computadoras y electrodomésticos) figuran en las últimas posiciones frente a los agentes químicos, la salubridad de los alimentos, la atmósfera exterior, el ruido, el ambiente (el aire) interior, las aguas continentales, la exposición solar, y las condiciones del hogar.

Dentro de estos bajos niveles de preocupación por las fuentes de CEM como factores de riesgo, las líneas de alta tensión y las antenas para telefonía móvil son las que emergen como más preocupantes con un tercio de los encuestados manifestando el nivel más elevado de preocupación sobre esos riesgos, mientras que los teléfonos móviles concitan esta preocupación en la cuarta parte de los encuestados.

Los españoles encuestados muestran en sus respuestas niveles intermedios o bajos de preocupación en lo que atañe a los diez factores que suscitan las mayores preocupaciones entre los europeos de la UE a 27. Estos niveles se sitúan entre el 51% para los agentes químicos y el 31% para las condiciones del hogar como extremos. Sin embargo,

los ciudadanos españoles cambian su posición relativa en lo que se refiere a los riesgos derivados de las fuentes de *CEM* para situarse entre los que se reconocen más preocupados respecto a los riesgos de esas fuentes, oscilando entre el 44% para las líneas de alta tensión (frente al 35% de media europea) y el 27% para los teléfonos móviles (26% media europea). Un 18% de los ciudadanos españoles consideran de elevado riesgo tanto el uso de ordenadores e instrumentos de computación (20% media europea) como los electrodomésticos (17% media europea).

El resultado más sorprendente de la encuesta viene dado por la importante caída en el nivel de conocimiento de los ciudadanos europeos acerca de los objetos que son fuente de campos electromagnéticos con respecto al *Eurobarómetro* de 2006. La encuesta sobre este punto se realiza presentando una lista de objetos a los encuestados para que se pronuncien sobre ellos como fuentes de *CEM*, bien uno por uno, o, de modo espontáneo, sobre ellos en su totalidad. Los objetos sometidos a escrutinio fueron los siguientes, con los porcentajes de respuesta entre paréntesis: antenas de telefonía móvil (59%), teléfonos móviles (59%), líneas de alta tensión (58%), computadoras (40%), equipos de radar (39%), electrodomésticos (35%), redes de computación sin cable (32%); entre los que reciben menciones inferiores se encuentran los dispositivos antirrobo (20%), los detectores de movilidad y puertas de seguridad y los sistemas de calefacción por inducción presentes en las cocinas eléctricas y calefactores (17%). Solo un 9% de los encuestados mencionó espontáneamente a la totalidad de los dispositivos, con un 2% que respondieron que ninguno de ellos era fuente de radiación electromagnética.

Se ha mencionado que estas respuestas reflejan un marcado descenso en el grado de conocimiento

sobre fuentes de *CEM*. Los niveles de caída oscilan entre el 14% para la respuesta espontánea (23% en 2006) y el 1% para las líneas de alta tensión, con valores intermedios para los restantes objetos.

La ciudadanía española sigue esta paradójica tendencia que se podría tildar de “*incremento del déficit cognitivo*”: Los niveles de respuesta de los españoles se posicionan, como en casi toda la encuesta, en escalones intermedios, salvo para los casos de las tecnologías de mayor complejidad o más innovadoras como radares y redes de computación sin cable, y sobre todo para la respuesta espontánea, donde los ciudadanos españoles descubren declives bastante superiores a la media porcentual europea.

En relación al importante tema de la preocupación pública sobre los riesgos potenciales para la salud de los *CEM*, los datos de la encuesta revelan una división por la mitad: el 46% de los ciudadanos responde que están preocupados por esos riesgos, mientras que el 51% declara que no están preocupados. Los niveles de los que no contestan o no saben es muy bajo, un 6% de los encuestados. Como ya se ha comentado anteriormente, la preocupación de los españoles por estos riesgos potenciales de los *CEM* es relativamente alta, superando en 7 puntos a la media europea, lo que coloca a España en la quinta posición tras Grecia, Italia, Chipre y Eslovenia, países identificados como alarmistas a lo largo de la encuesta. Esta situación española es el reflejo de un aumento de 16 puntos en la preocupación por estas cuestiones en comparación con la encuesta de 2006. La situación inversa se da en los países nórdicos y algunos países bálticos. La información es el factor principal citado como responsable para configurar las opiniones ante los riesgos y las consiguientes preocupaciones, aunque no se menciona que tipo de información ni su calidad.

Precisamente la información y la satisfacción sobre ella son el objeto de análisis de la tercera sección. De nuevo de modo paradójico, solo el 20% del público consultado manifiesta que ha recibido información, mientras que el 78% responde inequívocamente que no ha recibido información alguna. El análisis sobre el grado de satisfacción sobre la información se ha visto complicado ante el escaso número de respuestas positivas respecto a la recepción de información. Solo 15 de los 27 países miembros de la UE poseen el suficiente número ($n > 200$) para realizar el análisis, entre los que no se encuentra España.

Por lo que respecta a los canales de comunicación, objeto de la cuarta sección, por los que se transmite la información, la televisión y la prensa escrita (periódicos y revistas) reciben las mayores cotas de citación con el 55% y el 38% respectivamente. Internet es la fuente que aparece en la tercera posición de incidencia (19%), a la par que aumenta este reconocimiento con respecto a 2006 en 4 puntos, aunque no deja de haber datos otra vez paradójicos como que el porcentaje de preferencia por este medio sea inferior al de incidencia. Los dos medios tradicionales reconocidos como de mayor incidencia decaen en preferencia entre 9 y 7 puntos con respecto a 2006. La respuesta española está por encima de la media europea en la preferencia por televisión- mantiene los niveles de 2006-, mientras que está por debajo de la media en prensa escrita (2 puntos) y en Internet (5 puntos).

La quinta sección aborda el tema de las políticas en relación a los riesgos potenciales para la salud de los CEM. Los resultados son bastante insatisfactorios con un 58% de los encuestados que no creen que las autoridades públicas les protegen de estos riesgos. Grecia y los países bálticos son los que muestran los niveles críticos más altos (70-75%), con la ciudadanía española situándose entre las más

críticas al registrar un 66% de este posicionamiento, y ser el país en el que esta actitud crítica más ha aumentado (15%) en relación a la encuesta de 2006.

A la vista de esta crítica general, se ha interrogado a los ciudadanos europeos acerca del papel que puede jugar la Unión Europea en apoyo a las autoridades nacionales sobre el problema de los CEM y sus riesgos para la salud. La solución más citada por los encuestados (48%) es que la UE debería *informar al público*, para proponer a continuación las siguientes opciones: *establecimiento de estándares de seguridad para los productos* (39%), *desarrollo de guías para la protección de la salud* (36%), *financiación de la investigación sobre estos temas* (31%), *fijación de estándares de seguridad para las condiciones de trabajo* (27%), *revisión de la situación de las evidencias científicas* (23%), y *armonización de las políticas nacionales* (17%). En este terreno de la intervención europea no es posible establecer comparaciones con 2006 al tratarse de una cuestión nueva en el Eurobarómetro de 2010. Las respuestas españolas superan largamente la media en la propuesta para que la UE actúe en la información (9 puntos), mientras que está en la media o por debajo en el resto de acciones que se postulan para la Unión Europea en el tema de los CEM y sus efectos potenciales sobre la salud.

6.2 Como colofón

Este importante e interesante ejercicio de análisis demoscópico sirve para poner de relieve una vez más los problemas y limitaciones que encierran estos ejercicios en los que se dan datos a veces contradictorios y circunstancias paradójicas, aunque no cabe ignorar su importancia para la toma de decisiones. El caso del declive en los conocimientos sobre las fuentes de campos electromagnéticos es particularmente llamativo. Este "aumento de la

ignorancia” es aún más sorprendente puesto que entre los argumentos que se aducen para justificar la realización de este Eurobarómetro se señala lo siguiente: “A la vista del persistente alto nivel de preocupación y de continua cobertura por los medios se promovió el Eurobarómetro de 2006. Los importantes avances científicos, tecnológicos y políticos han hecho sentir que un nuevo Eurobarómetro sobre la base (esencialmente) de las mismas preguntas suministraría valiosa información sobre el nivel de preocupación pública”. Parece que exista falta de sintonía entre los avances, expectativas y resultados. Lo mismo se observa por el tema de la información.

En el caso español, es importante subrayar que sus ciudadanos se encuentran entre los europeos más

preocupados por esta problemática, aunque al mismo tiempo se sitúan entre los que poseen bajos niveles de conocimiento y cuyos intereses, grados y preferencias en lo que concierne a la información tampoco son significativamente relevantes.

De ahí que el CCARS tenga una tarea importante ante sí: quizá haya que revisar la estrategia por lo que se hace circular la información y los conocimientos generados como fruto de su actividad, sobre todo si se quiere llegar a un público amplio y no sólo a los interesados y avisados. Internet todavía no es medio generalista sino que a él se acude por quien está interesado de modo específico. Diversificar fuentes es una alternativa a considerar.

7. Conclusiones

1. Los estudios experimentales *in vivo* e *in vitro* indican que los campos electromagnéticos de radiofrecuencia utilizados en telefonía móvil, y cuyos niveles se mantengan por debajo de los fijados por el *ICNIRP* y las recomendaciones de la *UE*, no son genotóxicos ni mutagénicos ni inducen apoptosis o muerte celular.

2. La evidencia actual de los resultados clínicos y epidemiológicos establece que no hay relación causal entre exposición a los campos de radiofrecuencia utilizados en la telefonía móvil y efectos adversos sobre la salud.

3. Interpretados globalmente los resultados de los estudios epidemiológicos sobre tumores cerebrales y uso del teléfono móvil estudios publicados hasta la fecha no demuestran un incremento del riesgo padecer tumores cerebrales en un período de uso de 10 años de. Sin embargo, en algún estudio se ha observado algún ligero aumento del riesgo en el grupo de usuarios con niveles más elevados de horas acumuladas, aunque los errores y sesgos detectados en estos estudios impiden obtener establecer relaciones causales.

4. Con respecto a períodos superiores de exposición en adultos o a la situación de la población infantil y juvenil, no se dispone de datos suficientes, y es preciso recomendar un uso racional de esta herramienta.

5.- Los estudios controlados sobre personas que se declaran como hipersensibles a los *CEM* de *RF* de la *TM* (teléfonos y antenas) han demostrado que no existe relación causal entre la sintomatología que

expresan estas personas y su exposición a este tipo de *RF*.

6. Cabe esperar que si hubiera algún efecto derivado de la masiva exposición a la *TM* éste debería reflejarse en las tendencias de incidencia de tumores cerebrales. Estos cambios no se han observado en los estudios realizados en varios países.

7. Los niveles de exposición de la población española a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias asociados a la telefonía móvil son muy inferiores a los límites marcados en las recomendaciones del *ICNIRP*, de la *UE* y de la normativa vigente. Sin embargo la población española se encuentra entre los europeos más preocupados con respecto a los efectos sobre la salud de la exposición a los campos electromagnéticos, por lo que se recomienda establecer medidas dirigidas a informar a los ciudadanos.

8. El método más eficaz para reducir la exposición actual es aumentar el número de antenas de forma que se reduzca la potencia de emisión.

9. El contraste entre resoluciones jurídicas dentro del Tribunal Supremo, e incluso en el seno de una de sus salas, con diferentes apreciaciones y pesos atribuidos al "estado de la ciencia" y a las aplicaciones del "principio de precaución o cautela", levanta algunas aristas de relativismo jurídico que, en opinión del *CCARS*, requiere reflexión y debate."

10. De acuerdo con distintos organismos competentes, en la actualidad no hay motivos científicos que justifiquen una reducción de los límites de exposición actuales a las ondas

electromagnéticas de la telefonía móvil, tanto para el público en general como para la exposición ocupacional.

8. Recomendaciones

A la vista de las conclusiones del presente informe, el CCARS considera que se deberían adoptar medidas dirigidas a la promoción de la investigación tanto básica como epidemiológica sobre los efectos de los campos electromagnéticos, a la vez que se deben adoptar nuevas estrategias de dosimetría en exposiciones a campos de radiofrecuencia. El CCARS considera que:

- Es necesario promocionar y financiar la investigación dirigida a establecer los mecanismos de interacción entre los campos electromagnéticos y los sistemas biológicos así como los estudios que específicamente se ocupan de un determinado tipo celular o tejido.
- Es necesario definir protocolos experimentales, tanto para estudios *in vitro* como *in vivo*, que permitan comparar los resultados obtenidos por distintos grupos de investigación.
- Con respecto a los estudios epidemiológicos es necesario definir procedimientos que permitan evaluar la exposición a los campos electromagnéticos que permitan realizar estudios fiables, consistentes y comparables.
- Es necesario continuar la investigación dirigida a establecer una posible relación causal entre el uso de los teléfonos móviles y los tumores cerebrales, en particular los estudios con usuarios durante periodos de tiempo superiores a 10, en jóvenes y en niños. Los cortos períodos de exposición a la *TM* y los elevados períodos de latencia de los tumores cerebrales aconsejan

continuar los estudios a largo plazo sobre los efectos de la *TM*.

- Es necesario establecer nuevos procedimientos de dosimetría así como mejorar los modelos utilizados en las simulaciones que permitan evaluar y cuantificar la exposición a múltiples fuentes de campos de radiofrecuencias.
- Es recomendable que las autoridades competentes y especialmente las sanitarias apliquen programas y desarrollen actividades de información y educación sobre los efectos de las RF.

9. Referencias

- [Aalto-2006]** Aalto S., Haarala C., Bruck A., Sipila H., Hamalainen H., Rinne, J.O. *Mobile phone affects cerebral blood flow in humans*. J Cereb Blood Flow Metab 26, 885-90 (2006)
- [AcadFranc-2009]** “Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement”, Académie Nationale de Médecine, Académie des Sciences, Académie des Technologies (17/12/2009).
La nota conjunta se puede encontrar en las páginas web de las tres Academias:
http://www.academie-sciences.fr/actualites/textes/ondes_17_12_2009.pdf
<http://www.academie-medecine.fr/detailPublication.cfm?idRub=27&idLigne=1891>
<http://www.academie-technologies.fr/fileadmin/templates/PDF/presse/MiseAuPoint.pdf>
NOTA: En la página web de la *Académie des Technologies* también se puede encontrar
Glosario, (Glossaire)
<http://www.academie-technologies.fr/fileadmin/templates/PDF/presse/Glossaire.pdf>
Componentes del Grupo de Trabajo (GroupeTravail)
<http://www.academie-technologies.fr/fileadmin/templates/PDF/presse/GroupeTravail.pdf>
Notas técnicas sobre los 11 estudios indicados en el comunicado de prensa de AFSSET (EtudesNotesTech)
<http://www.academie-technologies.fr/fileadmin/templates/PDF/presse/EtudesNotesTech.pdf>
- [AFSSET-2009]** *Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences*, Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Comité d'Experts Spécialisés liés à l'évaluation des risques liés aux agents physiques, aux nouvelles technologies et aux grands aménagements, Groupe de Travail Radiofréquences, Octubre 2009.
<http://www.afsset.fr/index.php?pageid=2456>
- [AFSSET-2009-Nota Prensa]** Communiqué de presse. *Radiofréquences :L'Afsset recommande de réduire les expositions*, 15 octobre 2009
http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/264098609003221287575149142226/CP_radiofréquencesVF_V2.pdf
- [Ahlbom -2009]** Ahlbom, A., *Epidemiologic Evidence on Mobile Phones and Tumor Risk: A Review*. Epidemiology 20(5), 639-652 (2009).
- [Ammari-2008]** Ammari M., Brillaud E., Gamez C., Lecomte A., Sakly M., Abdelmelek H., de Seze, R. *Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain*. Biomed. Pharmacother. 62, 273-81 (2008).
- [Arora-2010]** Arora R.S., Alston R.D., Eden T.O., Estlin E.J., Moran A., Geraci M., Birch J.M. *Are reported increases in incidence of primary CNS tumours real? An analysis of longitudinal trends in England, 1979-2003*. Eur J Cancer 46(9), 1607-1616 (2010).
- [Berg-Beckhoff-2009]** Berg-Beckhoff G., Blettner M., Kowall B., Breckenkamp J., Schlehofer B., Schmiedel S., Bornkessel C., Reis U., Potthoff P., Schüz J. *Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross sectional study with measured radio frequency*. Occup Environ Med 66(2),124-30 (2009)
- [BioR-2007]** “*BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)*” .
<http://www.bioinitiative.org/>
- [Bonhomme-Faivre-1998]** Bonhomme-Faivre L, Macé A, Bezie Y, Marion S, Bindoula G, Szekely AM, Freñois N, Auclair H, Orbach-Arbouys S, Bizi E. *Alterations of biological*

parameters in mice chronically exposed to low-frequency (50 Hz) electromagnetic fields. *Life Sci.* 62 (14), 1271-80 (1998)

electromagnetic field exposure on in vitro models of neurodegenerative disease.

Bioelectromagnetics 30, 564-72 (2009).

[CCARS-2009] Informe sobre radiofrecuencias y salud (2007-2008). Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS), Ed. Complutense, Madrid 2009, ISBN 9788474919912

<http://www.ccars.es>
<http://www.ucm.es/BUCM/ecsa/36254.php?id=294>

[Del Vecchio-2009b] Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R, Ardoino L, Lovisolò GA, Giardino L, Calzà L. Continuous exposure to 900MHz GSM-modulated EMF alters morphological maturation of neural cells. *Neurosci. Lett.* 455, 173-7 (2009)

[CCARS-Nórdico-2010] Comentario CCARS sobre el estudio nórdico sobre Tendencias en la Incidencia de Tumores Cerebrales

<http://www.ccars.es>

[Delgado-2006] Delgado M., Palma S. Aportaciones de la revisión sistemática y del metanálisis a la salud pública. *Rev. Esp. Salud Pública* 80(5), 483-489 (2006)

[CCARS-JUR-2010] Ponencia "Resoluciones jurídicas sobre riesgos de exposición a campos electromagnéticos", Prof. Ricardo de Ángel, Enero de 2011, CCARS

<http://www.ccars.es>

[Deltour-2009] Deltour I., Johansen C., Auvinen A., Feychting M., Klaeboe L., Schüz J. Time trends in brain tumor incidence rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003. *J Natl Cancer Inst* 101(24), 1721-1724 (2009)

[CIEMAT-1998] Informe del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) de febrero de 1998 sobre "Posibles Efectos sobre la Salud y el Medio Ambiente de los campos electromagnéticos producidos por las líneas eléctricas de alta tensión"

[Dreifald-2004] Dreifald A.C., Carlberg M., Hardell L. Increasing incidence rates of childhood malignant diseases in Sweden during the period 1960-1998. *Eur J Cancer* 40(9), 1351-60 (2004)

[COSMOS] Cohort Study of Mobile Phone Use and Health, (COSMOS)

<http://www.ukcosmos.org/>

[Eger-2004] Eger, H., Hagen, K.U., Lucas, B., Vogel, P., Voit, H. (2004). Influence of the spatial proximity of mobile phone base stations on cancer rates (article in German). *Umwelt-Medizin- Gesellschaft* 17:273-356.

[CSTEE-2002] Informe del Comité Científico en Toxicidad, Ecotoxicidad y Medio Ambiente de la Comisión Europea (CSTEE) de 24 de septiembre de 2002. OPINION OF THE CSTEE ON "EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON HEALTH"

http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/sct/documents/out161_en.pdf

[Elliot-2010] Elliott P., Toledano M.B., Bennett J., Beale L., de Hoogh K., Best N., Briggs D.J. Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *BMJ* 2010; 340: c3077 (2010)

[Del Vecchio-2009] Del Vecchio G., Giuliani A., Fernandez M., Mesirca P., Bersani F., Pinto R., Ardoino L., Lovisolò G.A., Giardino L., Calzà L. Effect of radiofrequency

Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics* 30(7), 556-63 (2009)

- [Erdine-2009] Erdine S., Bilir A., Cosman E.R., Cosman E.R. Jr . *Ultrastructural changes in axons following exposure to pulsed radiofrequency fields*. Pain Pract 9, 407-17 (2009)
- [EMF-NET] "Effects Of The Exposure To Electromagnetic Fields: From Science To Public Health". March 1, 2004 - August 31, 2008 . Project funded by the European Commission, 6th Framework Programme
<http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/>
- [EMFnEAR] "Exposure at UMTS electromagnetic fields: study on potential adverse effects on hearing". Project funded by the European Commission. Framework of the Programme of Community Action in the Field of Public Health of the EC, DG Health and Consumer Protection
Página web del proyecto:
<http://www.emfnear.polimi.it/>
<http://ec.europa.eu/eahc/projects/database.html?prjno=2004127>
- [Eurobarómetro-EMF-2007] Special Eurobarometer "Electromagnetic Fields Report (June 2007)"
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_272a_en.pdf
- [Eurobarómetro-EMF-2010] Special Eurobarometer "Electromagnetic Fields Report (June 2010)"
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_347_en.pdf
- [Friburgo] Declaración de Friburgo
http://www.igumed.de/images/fa_1_03.pdf
- [Furubayashi -2009] Furubayashi T., Ushiyama A., Terao Y., Mizuno Y., Shirasawa K., Pongpaibool P., Simba A.Y., Wake K., Nishikawa M., Miyawaki K., Yasuda A., Uchiyama M., Yamashita HK., Masuda H., Hirota S., Takahashi M., Okano T., Inomata-Terada S., Sokejima S., Maruyama E., Watanabe S., Taki M., Ohkubo C., Ugawa Y., *Effects of Short-Term W-CDMA Mobile Phone Base Station Exposure on Women With or Without Mobile Phone Related Symptoms*. Bioelectromagnetics 30, 100-113 (2009)
- [Guerra-2010] Guerra J.A., Martin P., Santos J.M. Grupo MBE. Red temática de Investigación sobre Medicina Basada en la Evidencia. *Problemas en el desarrollo de recomendaciones: la necesidad de revisiones sistemáticas- MBE: las revisiones sistemáticas*. Atención Primaria en Red.
- [Gurney-1999] Gurney J.G., Smith M.A., Bunin G.R. CNS and miscellaneous intracranial and intraspinal neoplasms. In: Ries L.A.G., Smith M.A., Gurney J.G. et al. (Eds). *Cancer incidence and survival among children and adolescents: United States SEER Program 1975-1995*. Bethesda, MD: National Cancer Institute, SEER Program, NIH Publication N° 99-4649, pp. 51-63 (1999)
- [Hardell-2009] Hardell L, Carlberg M. *Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours*. Int J Oncol. 35(1), 5-17 (2009)
- [Hashish-2007] Hashish A.H., El-Missiry M.A., Abdelkader H.I., Abou-Jaleh R.H. *Assessment of biological changes of continuous whole body exposure to static magnetic field and extremely low frequency electromagnetic fields in mice*. Ecotoxicol. Environ. Saf. 71, 895-902 (2007).
- [Hjalmars-1999] Hjalmars U., Kulldorf M., Wahqvist Y., Lannering B. *Increased incidence rates but no space-time clustering of childhood astrocytoma in Sweden, 1973-1992: a population-based study of pediatric brain*. Cancer 85(9), 2077-2090 (1999).
- [HPA-WIFI-2009] Posición de la HPA sobre Wi-Fi (26 Octubre 2009), Health Protection Agency (U.K.)
<http://www.hpa.org.uk/Topics/Radiation/UnderstandingRadiation/UnderstandingRadiation/Topics/ElectromagneticFields/WiFi/>
- [Hoyto-2007] Hoyto A., Juutilainen J., Naarala J. *Ornithine decarboxylase activity is affected in primary astrocytes but not in secondary cell lines exposed to 872 MHz RF radiation*. Int. J. Radiat. Biol 83, 367-74 (2007)

- [Huang-2008]** Huang T.Q., Lee M.S., Oh E.H., Kalinec F., Zhang B.T., Seo J.S., Park, W.Y. *Characterization of biological effect of 1763 MHz radiofrequency exposure on auditory hair cells.* Int. J. Radiat. Biol. 84, 909-15 (2008).
- [Hubert-2005]** Huber R., Treyer V., Schuderer J., Berthold T., Buck A., Kuster N., Landolt H.P., Achermann P. *Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow.* Eur J Neurosci. 21, 1000-1006 (2005).
- [ICNRP-1998]** ICNIRP Guidelines "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Health Physics 74 (4), 494- 522 (1998)
<http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>
- [ICNIRP-2009]** ICNIRP Statement on the "Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)", Health Physics 97 (3), 257-258 (2009).
<http://www.icnirp.de/document/StatementEMF.pdf>
- [Iijima-Ando-2010]** Iijima-Ando K., Zhao L., Gatt A., Shenton C., Iijima K. *A DNA damage-activated checkpoint kinase phosphorylates tau and enhances tau-induced neurodegeneration.* Hum. Mol. Genet 19(10), 1930-8 (2010).
- [Inskip-2010]** Inskip P.D., Hoover R.N., Devesa S.S. *Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States.* Neuro Oncol. 12(11),1147-51 (2010).
- [INTERPHONE-2010]** The INTERPHONE Study Group. *Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study.* International Journal of Epidemiology 39, 675-694 (2010)
<http://ije.oxfordjournals.org/content/39/3/675.full.pdf+html>
- [INTERPHONE-IARC-2010]** *Interphone study reports on mobile phone use and brain cancer risk.* International Agency for Research on Cancer (IARC). WHO. Press release N° 200 17 May. 2010
http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf
- [Johansson-2001]** Johansson O, Gangi S, Liang Y, Yoshimura K, Jing C, Liu PY. *Cutaneous mast cells are altered in normal healthy volunteers sitting in front of ordinary TVs/PCs—results from open-field provocation experiments.* J. Cutan. Pathol. 2001 28 (10), 513-9 (2001)
- [Johansson-2009]** Johansson O. *Disturbance of the immune system by electromagnetic fields—A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment.* Pathophysiology 16, 157-177 (2009).
- [Joubert-2008]** Joubert V., Bourthoumieu S., Leveque P., Yardin C. *Apoptosis is induced by radiofrequency fields through the caspase-independent mitochondrial pathway in cortical neurons.* Radiat. Res. 169, 38-45 (2008)
- [Kaatsch-2006]** Kaatsch P., Steliarova-Foucher E., Crocetti E., Magnani C., Spix C., Zambon P. *Time trends of cancer incidence in European children (1978-1997), report from the Automated Childhood Cancer Information System Project.* Eur J Cancer 42(13), 1961-1971 (2006).
- [Khurana-2009]** Khurana V.G., Teo C., Kundi M., Hardell L, Carlberg M. *Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data.* Surg Neurol 72(3), 205-14 ; discussion 214-5 (2009)
- [Kumlin-2007]** Kumlin T, Iivonen H, Miettinen P, Juvonen A, van Groen T, Puranen L, Pitkääho R, Juutilainen J, Tanila H. *Mobile phone radiation and the developing brain: behavioral and morphological effects in juvenile rats.* Radiat. Res. 168 (4), 471-9 (2007)

- [Lee-2006] Lee J.S., Huang T.Q., Kim T.H., Kim J.Y., Kim H.J., Pack J.K. Seo, J.S. *Radiofrequency radiation does not induce stress response in human T-lymphocytes and rat primary astrocytes*. *Bioelectromagnetics* 27, 578-88 (2006).
- [Linabery-2008] Linabery A.M., Ross J.A. *Trends in childhood cancer incidence in the US (1992-2004)*. *Cancer* 112(2), 416-432 (2008)
- [Linnet-1999] Linet M.S., Ries L.A.G., Smith M.A., Tarone R.E., Devesa S.S. *Cancer surveillance series: recent trends in childhood cancer incidence and mortality in the United States*. *J Nat Cancer Inst* 91(12), 1051-1058 (1999)
- [MICyT-2010] *Informe sobre la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de estaciones de radiocomunicación (Año 2009)*, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICyT) Abril 2010
http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Informes%20anuales/informe_2010.pdf
- [McNally-2001] McNally R.J.Q., Kelsey A.M., Cairns D.P., Taylor G.M., Eden O.B., Birch J.M. *Temporal increases in the incidence of childhood solid tumours seen in Northwest England (1954-1998) are likely to be real*. *Cancer* 92 (7), 1967-1976 (2001)
- [Miyakoshi-2005] Miyakoshi J., Takemasa K., Takashima Y., Ding G.R., Hirose H., Koyama S. *Effects of exposure to a 1950 MHz radio frequency field on expression of Hsp70 and Hsp27 in human glioma cells*. *Bioelectromagnetics* 26, 251-7 (2005).
- [Mobi-Kids] *Mobi-kids study on communication technology, environment and brain tumours in young people*. Study is funded by the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under Grant Agreement 226873
<http://www.mbkds.net>
- [MSC-2001] Informe "Campos Electromagnéticos y Salud Pública" Informe Técnico elaborado por el Comité de Expertos Independientes. Sub. Gral. de Sanidad Ambiental y Salud Laboral.
Dirección General de Salud Pública y Consumo. Ministerio de Sanidad y Consumo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo, 11 de mayo de 2001
http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Aspectos%20sanitarios/1-%20Ministerio%20de%20Sanidad%20y%20Consumo/Resumen_MinisterioSanidad.pdf
- [MTHR-2007] Report 2007, Mobile Telecommunications and Health Research Programme (MTHR)
http://www.mthr.org.uk/documents/MTHR_report_2007.pdf
- [Nageswari-1991] Nageswari K.S., Sarma K.R., Rajvanshi V.S., Sharan R., Sharma M., Barathwal V., Singh V. *Effect of chronic microwave radiation on T cell-mediated immunity in the rabbit*. *Int. J. Biometeorol.* 35, 92-97 (1991).
- [Nam-2009] Nam K.C., Lee J.H., Noh H.W., Cha E.J., Kim N.H., Kim D.W. *Hypersensitivity to RF fields emitted from CDMA cellular phones: a provocation study*. *Bioelectromagnetics* 30(8), 641-50 (2009)
- [Nordic-Auth-2009] *Mobile Telephony and Health—A common approach for the Nordic competent authorities*
<http://www.nrpa.no/dav/c7e2db2c68.pdf>
- [Oberfeld-2008] *Umweltepideiologische Untersuchung der Krebsinzidenz in den Gemeinden Hausmannstätten & Vasoldsberg*, Dr. Gerd Oberfeld, 2008
http://www.powerwatch.org.uk/news/20080325_oberfeld_study.pdf
- [Ohgaki-2009] Ohgaki H. *Epidemiology of brain tumors*. *Methods Mol Biol.* 472, 323-42 (2009).
- [OMS-2006] *Nota descriptiva n° 304, "Los campos electromagnéticos y la salud pública: Estaciones de base y tecnologías inalámbricas"*. (Mayo de 2006)
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/es/index.html>

- [OMS-2010] Nota descriptiva n°193, "Campos electromagnéticos y salud pública: los teléfonos móviles"(Mayo de 2010)
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/index.html>
- [ORDEN CTE/23/2002] ORDEN CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.
<http://www.boe.es/boe/dias/2002/01/12/pdfs/A01528-01536.pdf>
- [Parazzini-2010] Parazzini M., Lutman M.E., Moulin A., Barnel C., Sliwinska-Kowalska M., Zmyslony M., Hernadi I., Stefanics G, Thuroczy G, Ravazzani P. *Absence of short-term effects of UMTS exposure on the human auditory system.* Radiat Res. 173(1), 91-7 (2010).
- [Parkin-1998] Parkin D.M., Kramárová E., Draper G.J., Masuyer E., Michaelis J., Neglia J., Quershi S., Stiller C.A., (Eds). *International Incidence of Childhood Cancer. Vol II.* Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC), p.144 (1998)
- [Paunescu-2007] "Effects of radiofrequency and extremely low frequency electromagnetic fields radiation on cells of the immune system" por T. Paunescu y G. Woloschak en "Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields (Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields), 3ra edición", Eds Frank S. Barnes y Ben Greenebaum. CRC Press, 2007.
- [Peris-Bonet-2006] Peris-Bonet R., Martínez-García C., Lacour B., Petrovich S., Giner-Ripoll B., Navajas A., Steliarova-Foucher E. *Childhood central nervous system tumours – incidence and survival in Europe (1978-1997): Report from Automated Childhood Cancer Information System Project.* Eur J Cancer 42(13), 2064-2080 (2006).
- [Peris-Bonet-2010] Peris-Bonet R., Salmerón D., Martínez-Beneyto M.A., Galceran J., Marcos-Gragera R., Felipe S., González V., Sanchez de Toledo Codina J. *Childhood cancer incidence and survival in Spain.* Ann Oncol 21 (supplement3): iii103-iii110, (2010)
- [Ragbetli-2009] Ragbetli M.C., Aydinlioglu A., Koyun N., Ragbetli C., Karayel M. *Effect of prenatal exposure to mobile phone on pyramidal cell numbers in the mouse hippocampus: a stereological study.* Int. J. Neurosci. 119, 1031-41 (2009).
- [RAC-2001] Informe de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de 3 de octubre de 2001
http://catedraoitt.euitt.upm.es/web_salud_medioamb/seminario_cancer/documentacion/OI5.PDF
- [RD 1066-2001] Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre de 2001, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
<http://www.boe.es/boe/dias/2001/09/29/pdfs/A36217-36227.pdf>
- [REE-UNESA -2001] " Cinco años de investigación sobre los efectos biológicos de los campos electromagnéticos de frecuencia industrial en los seres vivos. Resultados de la colaboración científica de la Universidad de Valladolid el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, UNESA y Red Eléctrica de España durante los años 1995-2000"
http://www.ree.es/medio_ambiente/pdf/REE_UNESA_CEM_2001.pdf
- [Reutfords-2002] Reutfors J., Kramárová E., Weiderpass E., Monge P., Wesseling C., Ahlbom A. *Central nervous system tumours in children in Costa Rica, 1981-96.* Paediatr Perinat Epidemiol 16(3), 219-225 (2002)
- [Rubin-2010] Rubin G.J., Nieto-Hernandez R., Wessely S. *Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): An updated systematic review of provocation studies.* Bioelectromagnetics 31(1), 1-11 (2010)
- [SCENIHR-2007] *Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health*, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified

Health Risks (SCENIHR), Comisión Europea, 21 de Marzo de 2007

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_007.pdf

[SCENIHR-2009] *Health Effects of exposure to EMF*, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), Comisión Europea, 19 de Enero de 2009.

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

[SCENIHR-2009b] *Health Effects and EMF – Research Recommendations “Research needs and methodology to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF”*, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), 6 de Julio 2009

http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_024.pdf

[Smith-1998] Smith M.A., Freidlin B., Ries L.A.G., Simon R. *Trends in reported incidence of primary malignant brain tumors in children in the United States*. J Nat Can Inst 90(17), 1269-1277 (1998)

[SSI-2008] *Report on Electromagnetic Fields (2007)*, Swedish Radiation Protection Authority's Independent Expert Group's

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2008/ssi-rapp-2008-12.pdf>

Nota : La página web del SSI es:
<http://www.ssi.se>

[Sirmantel-2007a] Sirmantel O., Sert C., Tümer C., Oztürk A., Bilgin M., Ziylan Z. *Change of nitric oxide concentration in men exposed to a 1.5 T constant magnetic field*. Bioelectromagnetics 28, 152-154 (2007).

[Sirmantel-2007b] Sirmantel O., Sert C., Sirmantel F., Selek S, Yokus B. *Total antioxidant capacity, total oxidant status and oxidative stress index in the men exposed to 1.5 T static magnetic field*. Gen. Physiol Biophys 26, 86-90 (2007).

[Todorovic-2007] Todorović D., Kalauzi A., Prolić Z., Jović M., Mutavdžić D. *A method for detecting the effect of magnetic field on activity changes of neuronal populations of *Morimus funereus* (Coleoptera, Cerambycidae)*. Bioelectromagnetics 28, 238-241 (2007)

[UE-1999] RECOMENDACIÓN DEL CONSEJO de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0Hz a 300 GHz) (1999/519/CE)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:ES:PDF>

[UE-2004] Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) (decimoctava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE), Diario oficial de las Comunidades Europeas 30.4.04,L159/1-L159/26.

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:159:0001:0026:ES:PDF>

[UE-2004b] Corrección de errores de la Directiva 2004/40/CE (Diario Oficial de la Unión Europea L 159 de 30 de abril de 2004) Diario oficial de las Comunidades Europeas 24.5.04, L 184/1-L184/9.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:184:0001:0009:ES:PDF>

[UE-2004c] Corrección de errores de la Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo and del Consejo, de 29 de abril de 2004, (Diario Oficial de la Unión Europea L 159 de 30.4.2004 . Version corregida en el DO L 184 de 24.5.2004) Diario oficial de las Comunidades Europeas 4.8.07, L 204/29

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:204:0029:0029:ES:PDF>

- [UE-COM(2000)1] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION on the precautionary principle, 2.2.2000
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2000/com2000_0001en01.pdf
- [Van Rongen-2009] Van Rongen E., Croft R., Juutilainen J., Lagroye I., Miyakoshi J., Saunders R., de Seze R., Tenforde T., Verschaeve L., Veyret B., Xu Z. *Effects of radiofrequency electromagnetic fields on the human nervous system*. J Toxicol Environ Health B Crit Rev 12(8), 572-97 (2009).
- [Verschaeve -2009] Verschaeve L. *Genetic damage in subjects exposed to radiofrequency radiation*. Mutation Research 681, 259-270 (2009).
- [Vijayalaxmi-2004] Vijayalaxmi Obe G. *Controversial cytogenetic observations in mammalian somatic cells exposed to radiofrequency radiation*. Radiat. Res. 162 (5), 481-96 (2004)
- [Vrijheid-2009] Vrijheid M., Richardson L., Armstrong B.K., Auvinen A., Berg G., Carroll M., Chetrit A., Deltour I., Feychting M., Giles G.G., Hours M., Iavarone I., Lagorio S., Lönn S., McBride M., Parent M.E., Sadetzki S., Salminen T, Sanchez M, Schlehofer B, Schüz J, Siemiatycki J, Tynes T, Woodward A, Yamaguchi N, Cardis E. *Quantifying the impact of selection bias caused by nonparticipation in a case-control study of mobile phone use*. Ann Epidemiol. 19(1), 33-41 (2009).
- [Vrijheid-2009b] Vrijheid M., Armstrong B.K., Bédard D., Brown J., Deltour I., Iavarone I., Krewski D., Lagorio S., Moore S., Richardson L., Giles G.G., McBride M., Parent M.E., Siemiatycki J., Cardis E. *Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones*. J .Expo. Sci. Environ. Epidemiol. 19(4), 369-381 (2009)
- [Wolf-2004] Wolf, R., Wolf, D. *Increased incidence of cancer near a cellphone transmitter station*. Int. J. Cancer Prev. 1:123-128 (2004)
- [Xu-2010] Xu S, Zhou Z, Zhang L, Yu Z, Zhang W, Wang Y, Wang X, Li M, Chen Y, Chen C, He M, Zhang G, Zhong M. *Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons*. Brain Res. 1311, 189-96 (2010)
- [Zhao-2007] Zhao T.Y., Zou S.P., Knapp, P.E. *Exposure to cell phone radiation up-regulates apoptosis genes in primary cultures of neurons and astrocytes*. Neurosci. Lett.412, 34-8 (2007).
- [Zur Nieden-2009] Zur Nieden A., Dietz C., Eikmann T., Kiefer J., Herr C.E. *Physicians appeals on the dangers of mobile communication—what is the evidence? Assessment of public health data*. Int J Hyg Environ Health 212(6), 576-87 (2009)

Glosario y acrónimos

Glosario

Actividad de la proteína quinasa2 que se induce por daño en el ADN (DNA damage-activated checkpoint kinase 2)

Tras el daño en el ADN (ruptura) se activan unas proteínas quinasas (las proteínas implicadas en la fosforilación) que paran el ciclo celular. Una de estas quinasas es la proteína kinasa 2 o *chk2*. Existe también una *chk1*.

Acufenos

Ruidos o zumbidos en los oídos que son conocidos también como *tinnitus*. Pueden ser pasajeros o permanentes, de baja o alta intensidad, de diferente tono y, afectar a uno o a los dos oídos

Apoptosis

Proceso que implica muerte programada y que acontece en numerosos tejidos de organismos multicelulares. Cursa con característicos cambios morfológicos y bioquímicos en las células, distintos de los que acontecen con la necrosis. La apoptosis está asociada, en muchos tejidos, con el control homeostático de los mismos.

Aproximación bayesiana al Joinpoint, véase Joinpoint bayesiano

Bluetooth

Estándar de transmisión inalámbrica de información para cortas distancias que permite la transmisión de voz y datos entre distintos

dispositivos mediante un enlace que trabaja en la banda de radiofrecuencias de 2,4 GHz

Campo eléctrico (E)

La intensidad de campo eléctrico es una magnitud vectorial (*E*) que corresponde a la fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio. Se expresa en voltios por metro (V/m).

Campo magnético (H)

La intensidad de campo magnético es una magnitud vectorial (*H*) que, junto con la inducción magnética (*B*), determina el campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m).

Campo electromagnético (CEM).

Un campo electromagnético es una combinación de un campo eléctrico y un campo magnético. Los CEM pueden ser estáticos, es decir, su magnitud no varía con el tiempo, o variables en el tiempo. Un campo electromagnético variable en el tiempo se puede visualizar como una onda que se propaga a la velocidad de la luz, y que lleva asociada un campo eléctrico y un campo magnético variables en el tiempo. Por ello, al hablar de CEM variables en el tiempo también se habla de ondas electromagnéticas o de radiación electromagnética. La onda transporta energía de un punto a otro del espacio y está caracterizada por su frecuencia y su longitud de onda. La

frecuencia determina la energía que transporta la onda electromagnética. A mayor frecuencia más cantidad de energía transporta la onda. Dependiendo de la frecuencia, la radiación electromagnética se clasifica en ionizante y no ionizante

Carcinogénica

Substancia o agente que puede producir cáncer

Cardiopatías isquémicas

Enfermedad cardiovascular que se caracteriza por una obstrucción de las arterias que riegan el corazón.

Células CD4+

Subpoblación de linfocitos que se activan para el desarrollo de una respuesta inmune.

Células progenitoras hematopoyéticas

Células que mediante diferenciación producen toda la serie celular sanguínea y linfática.

Densidad de potencia (S)

Potencia por unidad de área. Es la potencia radiante que incide perpendicular a una superficie, dividida por el área de la superficie, y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Efectos citogenéticos

Efectos inducidos sobre el material genético celular (fundamentalmente cromosomas).

Efecto nocebo

Efecto adverso inespecífico que es causado por la expectativa o la creencia de que algo es dañino para la salud

Efectos térmicos

Efectos sobre las células y los órganos debidos a variaciones de la temperatura. Los efectos más conocidos de los campos electromagnéticos (CEM) de radiofrecuencia (RF) son los térmicos, es decir, los que producen un incremento de la temperatura de los tejidos expuestos.

Enfermedad cerebrovascular

Conjunto de trastornos de la vasculatura cerebral que conllevan a una disminución del flujo sanguíneo en el cerebro con la consecuente afectación, de forma transitoria o permanente, de la función de una región generalizada del cerebro o de una zona más pequeña o focal.

Estrés oxidativo

Es un estado en que células, tejidos u organismos presentan un elevado número de radicales libres, consecuencia del desequilibrio entre su producción y su eliminación y que conduce, entre otras cosas, a un acelerado envejecimiento de células y tejidos

Estudio caso –control

Un estudio caso-control examina un grupo de personas que presentan el evento (cáncer u otra patología), denominados 'casos', y los compara con otro grupo de personas, seleccionado por el investigador, que no presentan dicho evento, denominados 'controles'. Para realizar el análisis es necesario determinar (retrospectivamente) cuántas personas de cada grupo y en qué medida estuvieron expuestas al factor de riesgo analizado.

Estudio clínico

Tipo de estudio en el que los sujetos son sometidos al factor de riesgo de modo controlado por el investigador

Estudio de cohortes

En un estudio de cohortes, se define una muestra de estudio ('cohorte') compuesta por un grupo de individuos sanos cuya exposición o no al factor de riesgo durante el estudio es conocida, y se la sigue prospectivamente en el tiempo para determinar en cuántos casos ocurre el evento adverso.

Estudio de doble ciego y ciego

Tipos de estudios clínicos. El estudio se denomina ciego si el paciente no sabe si está expuesto o no, y doble ciego si tampoco lo sabe el propio investigador hasta el momento de analizar los resultados

Estudio in vitro

Estudio realizado fuera de los organismos, ex vivo, en condiciones que pretenden mimetizar aquellas fisiológicas que suceden in vivo

Estudio in vivo

Estudio realizado directamente en animales, incluido el hombre, vivos o sacrificados para estudiar directamente los procesos que ocurren.

Fantomos

Objeto físico que simula un objeto biológico real. Se utiliza para determinar la energía absorbida de la radiación electromagnética a la que está expuesto. Sus características eléctricas son iguales a las del modelo biológico que representa.

Fosforilación

Es la adición de un grupo de fosfato inorgánico a cualquier otra molécula.

Frecuencia (f)

Número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. En el

caso de las ondas electromagnéticas, la frecuencia está relacionada con la energía que transporta la onda, $E = h \cdot f$, donde E es la energía y h la constante de Planck. Los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF) tienen una frecuencia comprendida entre los 30 kHz y 300 GHz.

Genotóxicos

Agentes físicos, químicos o biológicos que directa o indirectamente inducen alteraciones en el ADN de las células

Gliomas

Tipo de tumor que se produce en el cerebro o en la médula espinal. Se llama glioma, ya que surge a partir de células gliales. Su ubicación más frecuente es el cerebro.

Hipersensibilidad electromagnética

Conjunto de síntomas inespecíficos (dolor de cabeza, mareos, desorientación, fatiga, insomnio, entre otros) que algunas personas afirman sentir y que atribuyen a las presencia de campos electromagnéticos.

Inmunocomplejos

Complejos que resultan de la unión de antígenos con los anticuerpos específicos originados en la respuesta inmune.

Intolerancia Ambiental Idiopática (IAI), véase hipersensibilidad electromagnética

Joinpoint bayesiano

Método estadístico, basado en el teorema de Bayes, que facilita la identificación de tendencias con puntos de cambio significativos en la supervivencia del cáncer

Leucemia

Grupo de enfermedades malignas de la médula ósea (cáncer hematológico) que provoca un aumento incontrolado de leucocitos o glóbulos blancos.

Linfomas no Hodgkin

Cáncer del tejido linfoide, que abarca los ganglios linfáticos, el bazo y órganos del sistema inmunitario.

Mastocitos

También conocidas como células cebadas del sistema inmune, juegan un papel mediador en los procesos inflamatorios.

Mecanismo de promoción

Acciones promotoras de productos químicos o elementos físicos con capacidad de actuar sobre los mecanismos del control y la proliferación celular potenciando sus efectos mediante el fenómeno de sinergismo.

Mecanismo fisiopatológico

Vía o método que explica cómo se produce un daño en las funciones celulares.

Meningiomas

Tumor benigno de las células aracnoideas de las meninges del cerebro.

Mitógenos

Moléculas que inducen la división celular

Modelo de regresión de Poisson

Un modelo de regresión para una variable de Poisson es un modelo que permite estudiar si dicha variable depende, o no, de otra u otras variables.

Mutagénicos

Agentes que provocan mutaciones en el ADN al azar o dirigidas a determinadas secuencias concretas

Neoplasia

Tumor, cáncer.

Neurinoma del acústico

Es un tumor, benigno, de crecimiento lento del nervio que conecta el oído al cerebro.

Neurodegeneración

Muerte neuronal

Niveles de referencia

Valores de magnitudes físicas de campo eléctrico, magnético y densidad de potencia que se utilizan como guía general para limitar la exposición de los trabajadores y del público en general. El cumplimiento de los niveles de referencia asegura el cumplimiento de las *restricciones básicas* en la exposición.

Ondas electromagnéticas, véase CEM (Campos electromagnéticos)

Organelos

Estructuras suspendidas en el citoplasma de la célula eucariota, que tiene una forma y unas funciones especializadas bien definidas, diferenciadas y que presentan su propia envuelta de membrana lipídica

Periodo de latencia

Intervalo de tiempo que transcurre desde que se inicia el tumor a nivel celular hasta que presenta síntomas detectables

Radiación electromagnética, véase *CEM (Campos electromagnéticos)*

Radiación ionizante

Campos electromagnéticos de muy alta energía capaces de ionizar la materia, rompiendo enlaces y extrayendo a los electrones de sus estados ligados al átomo.

Radiación no ionizante

Campos electromagnéticos sin la energía suficiente para romper enlaces en moléculas o arrancar electrones de la materia sobre la que incide. El rango de frecuencias de este tipo de radiaciones se extiende aproximadamente desde baja frecuencia al ultravioleta.

Radicales libres de oxígeno

Son moléculas o fragmentos de moléculas que en su orbital externo tienen uno o más de un electrón desapareado lo que hace altamente reactiva a la molécula. Los más frecuentes, todos ellos productos del metabolismo, son el radical superóxido, el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo

Restricción básica

Son las restricciones en los valores de campo magnético, densidad de corriente, densidad de potencia y SAR, basadas en datos científicos actuales que proporcionan un adecuado nivel de protección a la exposición de campos electromagnéticos variables con el tiempo, es decir basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas

Serotonina (o 5 hidroxitriptamina)

Es un neurotransmisor sintetizado por las neuronas serotoninérgicas. Se cree que está

relacionado con la temperatura corporal, el sueño o el humor.

Sesgo.

Toda desviación de la verdad que se produce en los resultados o en la inferencia de estos, o los procesos que producen tal desviación.

Tasa de absorción específica de energía (SAR)

Es la potencia absorbida por unidad de masa de tejido corporal, cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, y se expresa en vatios por kilogramo (W/kg). El SAR de cuerpo entero es una medida ampliamente aceptada para relacionar los efectos térmicos adversos con la exposición a las emisiones radioeléctricas.

Tinnitus, véase *acufenos*

Wi-Fi

Es un término registrado por Wi-Fi Alliance. No es un término técnico. Se emplea genéricamente para indicar tecnologías de conexión inalámbrica en un rango estrecho de frecuencias.

Acrónimos

ACCIS

(Automated Childhood Cancer Information System), Sistema Automatizado de Información sobre Cáncer Infantil

[.http://www-dep.iarc.fr/accis.htm](http://www-dep.iarc.fr/accis.htm)

ADN

Ácido desoxirribonucleico

AENOR

Asociación Española de Normalización y Certificación.

<http://www.aenor.es>

AFSSA (véase ANSES)

(Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de los Alimentos

AFSSET (véase ANSES)

(Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo.

<http://www.afsset.fr>

ANSES

(Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail), France, Agencia Nacional de la Seguridad Sanitaria de la Alimentación, del Medio Ambiente y del Trabajo (Francia).

Surgido como consecuencia de la fusión de dos agencias francesas, AFSSET y AFSSA. Ha empezado a operar el 1 de Julio de 2010.

<http://www.anses.fr>

CCARS

Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (creado bajo el patronazgo de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid)

<http://www.ccars.es>

CDMA

(Code Division Multiple Access), Acceso múltiple por división de código

CEM

Campo electromagnético

CEN

(Comité Européen de Normalisation, European Committee for Standardization), Comité Europeo de Normalización.

<http://www.cen.eu>

CENELEC

(Comité Européen de Normalisation Electrotechnique, European Committee for Electrotechnical Standardization), Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.

<http://www.cenelec.eu>

CIEMAT

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

<http://www.ciemat.es>

CSIC

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

<http://www.csic.es>

CSTEE

Comité Scientifique de Toxicologie, Ecotoxicologie et l'Environnement (Commission européenne); Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (European Commission); Comité Científico en Toxicidad, Ecotoxicidad y Medio Ambiente de la Comisión Europea

DCS

(Digital Cellular System), Sistema Celular Digital

DECT

(Digital Enhanced Cordless Telecommunications), Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente.

ETSI,

(European Telecommunications Standards Institute), Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones.

<http://www.etsi.org>

GSM

(Groupe Special Mobile),

Sistema Global para las Comunicaciones Móviles.

HPA

(Health Protection Agency), U.K., Agencia de Protección de la Salud (Reino Unido).

<http://www.hpa.org.uk>

IARC

(International Agency for Research on Cancer), Agencia Internacional de Investigación en Cáncer. Es parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

<http://www.iarc.fr>

IEC

(International Electrotechnical Commission), Comisión Internacional en Electrotécnica

<http://www.iec.ch/>

IEEE

(Institute of Electrical and Electronics Engineers), Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos.

<http://www.ieee.org>

ICNIRP

(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Comisión Internacional para la Protección frente a la Radiación No-Ionizante (Comisión avalada por la OMS)

<http://www.icnirp.de>

MITYC

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

<http://www.mityc.es>

MPRS

(Mobile Phone Related Symptoms), Síntomas relacionados con Teléfonos Móviles

MTHR

(Mobile Telecommunications and Health Research Programme), U.K., Programa de Investigación en Telecomunicaciones Móviles y Salud (Reino Unido)

<http://www.mthr.org.uk/>

NCI

(National Cancer Institute), USA; Instituto Nacional del Cáncer, EE.UU

<http://www.cancer.gov/>

OMS

Organización Mundial de la Salud
<http://www.who.int/es>

RF

Radiofrecuencia.

SAR

(Specific Absorption Rate), Tasa de Absorción Específica de energía.

SEER

(Surveillance, Epidemiology and End Results Program (NCI), USA); Programa de Vigilancia, Epidemiología y Resultados Finales, Instituto Nacional del Cáncer (NCI), EE.UU

<http://seer.cancer.gov>

SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks ,European Commission), Comité Científico sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (Comisión Europea)

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/merging/index_en.htm

SMS

(Short Message Service), Servicio de Mensajes Cortos.

SNC

Sistema Nervioso Central

SSI

(Swedish Radiation Safety Authority), Autoridad Sueca para la Seguridad frente a la Radiación
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Allmanhet>

TM

Telefonía Móvil

UE

Unión Europea

UMTS

(Universal Mobile Telecommunications System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles).

Tecnología también conocida como telefonía móvil de tercera generación, TM 3G

W-CDMA

(Wideband Code Division Multiple Access), Acceso múltiple por división de código de banda ancha.

WHO

(World Health Organization), siglas en inglés de Organización Mundial de la Salud (OMS)

<http://www.who.int>

WLAN

(Wireless Local Area Network), Red Inalámbrica de Área Local

WPAN

(Wireless Personal Area Network), Red Inalámbrica de Área Personal.

Composición del CCARS

Presidente

Prof. Emilio Muñoz Ruiz

Presidente del Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud.

Biólogo, Licenciado y Doctor en Farmacia por la Universidad Complutense de Madrid. Profesor de Investigación “ad honorem” en el Instituto de Filosofía, Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC.

Miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes, Miembro de la Organización Europea de Biología Molecular (EMBO), Miembro de la Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería.

Miembros

Prof. Ricardo de Ángel Yagüez

Catedrático de Derecho Civil en la Universidad de Deusto. Vocal permanente de la Comisión General de Codificación.

Prof. Jesús Ávila de Grado

Químico, Licenciado y Doctor en CC. Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Profesor de Investigación del CSIC en el Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa”. Miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Dra. Patricia Crespo del Arco

Física, Licenciada y Doctora en CC. Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Profesor Titular de la Universidad Complutense de Madrid en el Departamento de Física de Materiales, Facultad de Ciencias Físicas.

Secretaria Ejecutiva CCARS

Dr. Manuel Desco Menéndez

Médico, Licenciado y Doctor en Medicina por la Universidad Complutense de Madrid. Ingeniero Superior de Telecomunicación. Coordinador de Investigación en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

Director del Laboratorio de Imagen Médica de la Unidad de Medicina y Cirugía Experimental del Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

Prof. Vicente Larraga Rodríguez de Vera

Médico. Doctor en Medicina y Cirugía por la Facultad de Ciencias, por la Universidad Complutense de Madrid.

Profesor de Investigación y Director del Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC.

Dra. Mercedes Martínez Búrdalo

Física, Licenciada y Doctora en CC. Físicas por la Universidad Complutense de Madrid y Diplomada en Electrónica por la Universidad de París.

Investigadora Científica del Departamento de Radiación Electromagnética del Instituto de Física Aplicada del CSIC.

Prof. Rafael Peris Bonet

Médico, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Valencia.

Catedrático de documentación Médica de la Universidad de Valencia y Director del Registro Nacional de Tumores Infantiles RNTI-SEHOP).

Prof. Juan Represa de la Guerra

Médico.

Catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid

Investigador del Instituto de Biología y Genética Molecular del CSIC.

Prof. Carlos María Romeo Casabona

Doctor en Derecho, Diplomado Superior en Criminología y Doctor en Medicina. Catedrático de Derecho Penal en la Universidad del País Vasco.

Director de la Cátedra Interuniversitaria Fundación BBVA–Diputación Foral de Bizkaia de Derecho y Genoma Humano, Universidad de Deusto y Universidad del País Vasco.

Prof. José Luis Sebastián Franco

Físico, Licenciado en CC. Físicas por la Universidad Complutense de Madrid, Doctor por la Universidad de Surrey.

Catedrático de Electricidad y Magnetismo en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Dr. Francisco Vargas Marcos

Médico, Licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad Complutense de Madrid

Funcionario de Carrera del Cuerpo de Médicos Asistenciales de Sanidad Nacional.

Prof. Agustín Gregorio Zapata González

Biólogo, Doctor en Ciencias Biológicas.

Catedrático de Biología Celular en la Universidad Complutense de Madrid.

