INFORME

Sobre la preocupación de los vecinos de Fontarrón por las antenas de telefonía móvil y los riesgos de las radiaciones electromagnéticas.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Un campo eléctrico es una modificación del espacio producida por una carga eléctrica que tiene la propiedad de inducir fuerzas en otras cargas que están situadas en su seno. La intensidad de un campo eléctrico viene determinada por el valor de la carga o de la diferencia de potencial que lo provoque, y disminuye muy rápidamente cuando nos alejamos de la fuente. Un campo magnético se produce siempre que hay cargas eléctricas en movimiento (o corrientes). Su intensidad depende de la magnitud de la corriente que lo provoque. Una variación temporal de un campo eléctrico va a inducir en el espacio un campo magnético y viceversa, por lo que cuando hablamos de campos que varían con el tiempo se emplea el término "campo electromagnético (CEM)".

Las ondas electromagnéticas son variaciones periódicas de los campos eléctrico y magnético que pueden propagarse por el vacío o distintos medios como el aire. Como cualquier onda, pueden caracterizarse por su velocidad de propagación (que en el vacío es de 300.000 km/s, la conocida constante c), su longitud de onda (la distancia en un instante dado entre dos "crestas" de la onda), y su frecuencia (el número de veces por unidad de tiempo que un punto de la onda completa un periodo). Estas tres magnitudes están relacionadas por la fórmula:

Velocidad = longitud de onda x frecuencia

Como la velocidad es una constante, frecuencia y longitud de onda son inversamente proporcionales (a mayor longitud de onda, menor frecuencia) en una misma onda.

La clasificación de las ondas según su longitud de onda resulta en el conocido "espectro electromagnético", que abarca todas las radiaciones electromagnéticas conocidas. Por ejemplo, la luz visible son radiaciones electromagnéticas a las que nuestro ojo es sensible, tienen longitudes de onda comprendidas entre los 0.00004 cm y 0.00007 cm. Con longitudes de onda aún más pequeñas, tenemos la luz ultravioleta, los rayos X, y los rayos gamma producidos en las reacciones nucleares. Con longitudes de onda mayores que 0.00007 cm tenemos la radiación infrarroja, los microondas (con longitudes de onda de unos pocos centímetros), las ondas de radio (con longitudes de onda de metros), etc.

Las ondas electromagnéticas pertenecientes a las microondas o a las ondas de radio suelen caracterizarse por su frecuencia. Así, un microondas doméstico emite ondas con frecuencia de 2,45 GHz, muy parecida a la de las ondas de WIFI doméstico. La radio pública emite en torno a los 100 MHz, la televisión entre 500 - 900 MHz, y la telefonía móvil, que aquí nos ocupa, entre 450 y 2700 MHz (1 GHz = 10^9 Hz = 10^3 MHz). Todas ellas son frecuencias muy por debajo de la frecuencia de la luz roja, por ejemplo, de cientos de miles de GHz, y alejadas en muchos órdenes de magnitud del ultravioleta o los rayos X.

Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas o cuantos de energía llamados "fotones". La existencia de cuantos de radiación electromagnética implica que, para una onda de frecuencia determinada, la energía que esta transporta ha de ser múltiplo entero de una cierta cantidad, proporcional a la frecuencia. Esto quiere decir que cuanta más frecuencia tenga una onda electromagnética, más energía tienen sus fotones.

El daño de la radiación electromagnética sobre los tejidos orgánicos depende fundamentalmente de la energía de los fotones, proporcional a la frecuencia de ésta. Las radiaciones más dañinas serían las llamadas radiaciones ionizantes, correspondientes a los rayos gamma, rayos X y ultravioleta lejano en el espectro electromagnético, de altas frecuencias (miles de millones de GHz). Los fotones de las radiaciones ionizantes tienen una energía tan grande que son capaces de arrancar electrones de los átomos, y sus efectos sobre tejidos orgánicos pueden ir desde quemaduras hasta destrucción de los tejidos, cáncer y la muerte, dependiendo de la dosis recibida y del blindaje del que dispongamos. Todos los seres humanos nos encontramos expuestos a estas radiaciones de manera natural, pero en dosis extremadamente bajas, aunque determinadas profesiones, como astronautas, o los trabajadores en el servicio de radiología de un hospital sí que tienen niveles de exposición importantes. Los rayos gamma, por ejemplo, aparecen en las reacciones nucleares que tienen lugar en los reactores nucleares, y son tan energéticos que sólo el blindaje de plomo u hormigón en el que éstos se encierran puede absorberlos.

Las ondas electromagnéticas que transmiten las señales de los móviles, al estar situados en una zona del espectro de frecuencias más bajas que las de las radiaciones ionizantes entran en lo que se denomina globalmente "radiaciones no ionizantes". Sin embargo, estas ondas electromagnéticas de baja frecuencia también pueden producir efectos térmicos localizados. Es el fenómeno en el que se basa el funcionamiento de los hornos microondas, por ejemplo, y se debe a que las moléculas de agua presentes en los alimentos vibran bajo las microondas de determinada frecuencia. Todos los estudios y recomendaciones sobre limitaciones a la exposición a CEM de baja frecuencia se basan en este efecto.

MÓVILES Y ANTENAS DE TELEFONÍA MÓVIL

La telefonía móvil consiste en comunicación por medio de ondas electromagnéticas de frecuencia de microondas (de frecuencia del orden de los GHz y longitud de onda del orden de centímetros). Para lograr una cobertura de señal en todo el territorio, se requiere de emisores de gran potencia (los teléfonos móviles), y antenas receptoras-emisoras, que recogen las señales de los teléfonos móviles que se encuentran alrededor de las mismas y las transmiten a la red normal de cableado terrestre. Es por ello que encontraremos una mayor densidad de antenas en zonas más densamente pobladas, como Puente de Vallecas. Para evaluar los posibles impactos sobre la población, podemos tener en cuenta las características de las ondas que estas emiten: en qué longitud de onda emiten, cuánta potencia emiten, y en qué dirección lo hacen. Esta información es accesible en la web del ministerio de industria, aunque resulta más útil esta página: http://antenasgsm.com/

La potencia de las antenas de telefonía están en valores del orden de los cientos de vatios, con niveles máximos absolutos por debajo de los 1500-2000 vatios de PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) en su pico teórico de funcionamiento (realmente el valor sería mucho menor), mientras que el pico de potencia de un terminal móvil iría de 0,2 a 2 vatios.

Cuando se instala una nueva antena, esta debe de cumplir con la legislación relativa a la exposición a campos electromagnéticos de frecuencias de microondas. La legislación actual proviene del RD 1066/2001, de 28 de septiembre, 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. Está basada en la Recomendación 1999/519/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). Si bien es cierto que esta recomendación está obsoleta y debe revisarse, se basa en recomendaciones de organismos como la Comisión Internacional sobre la Protección de Radiación No-Ionizante (ICNIRP) que actualizan periódicamente sus resultados, basándose en revisiones de estudios científicos. La exposición a CEM de microondas a la que está sometida una persona que habla por el teléfono móvil, o un vecino encima de cuya casa haya instalada una antena, está muy por debajo (miles de veces) de los límites recomendados. Además, la radiación emitida por las antenas situadas sobre edificios tampoco incidirá directamente sobre los vecinos encima de cuyas viviendas estén situadas. Instalar la antena de esta manera resultaría tremendamente ineficiente, porque la señal se vería atenuada. Es por ello que las antenas emiten en forma de haz horizontal, como si se tratara de una linterna, siendo las emisiones en las demás direcciones prácticamente nulas. Por tanto, a nivel de suelo o en lugares del edificio de acceso público la intensidad de los CEM son muy inferiores a los niveles considerados peligrosos. Para superarlos, una persona debería acercarse a menos de dos metros de la antena.

TELEFONÍA MÓVIL Y CÁNCER

La principal preocupación relativa a la proliferación de antenas de telefonía móvil, así como al aumento del uso de estos dispositivos, proviene de una posible relación entre la exposición a los CEM que estos dispositivos producen y enfermedades como el cáncer, trastornos del sueño, función cognitiva, etc. La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través del proyecto internacional CEM, tiene como objetivo "permitir un mejor entendimiento de cualquier riesgo a la salud asociado con la exposición a los CEM", con especial énfasis en los CEM de bajo nivel (baja frecuencia).

La revisión de miles de estudios médicos ha permitido a la OMS concluir que los efectos de los CEM de baja frecuencia observados son fundamentalmente el calentamiento de los tejidos. Para los niveles de exposición a los que estamos sometidos, muy por debajo de los límites legales, este calentamiento es absorbido por la piel y otros tejidos, siendo despreciable el efecto en órganos como el cerebro.

La OMS afirma que no existen pruebas fehacientes de que haya otros posibles efectos a corto plazo de la exposición a los CEM, como las alteraciones en el sueño, el ritmo cardiaco, en la actividad cerebral, función cognitiva... En cuanto a efectos

a largo plazo, señala que los estudios con animales no demuestran un aumento del cáncer con la exposición a largo plazo a CEM. Sin embargo, muchos tipos de cáncer aparecen mucho después desde la exposición al agente que lo provocó, y debido a que los móviles se empezaron a utilizar a gran escala a principios de los años 90, los estudios epidemiológicos sólo pueden analizar los tipos de cáncer que se manifiestan en un plazo de tiempo más breve.

El más conocido de estos estudios epidemiológicos es el estudio INTERPHONE, coordinado por la agencia internacional de investigaciones sobre el cáncer (CIIC), centrado en la relación entre el uso del móvil y el riesgo de padecer cáncer de cabeza y cuello (debido a que es en estos lugares donde los efectos térmicos de las ondas del móvil serían más importantes). Se ha señalado que este estudio apuntaba a que el riesgo de glioma aumentaba en el 10 % más alto de horas acumuladas de uso de móvil. Sin embargo, no ha demostrado hasta la fecha una tendencia uniforme de relación entre el aumento del uso y un aumento de riesgo. Este resultado llevó a la CIIC a clasificar a los CEM de radiofrecuencia como posiblemente carcinógenos para los seres humanos (grupo B2), lo que quiere decir que existe una asociación causal creíble, pero que el azar, los sesgos o factores de confusión no pueden descartarse con una confianza razonable. En este grupo también está el café.

El ICNIRP, del que también hemos habladoanteriormente, publica habitualmente revisiones basadas en la bibliografía que va apareciendo. Como hemos comentado, basan sus recomendaciones sobre la exposición a los CEM en los efectos de calentamiento localizado. Sobre los efectos no térmicos, una actualización del 2009 afirmaba que "no se puede descartar su posible existencia, pero la plausibilidad de los diferentes mecanismos no térmicos que se han propuesto es muy baja". Según los estudios in vitro, y de genotoxicidad y carcinogenicidad animal, estos efectos son muy poco probables a bajos niveles de exposición. En otra revisión del 2011 sobre móviles y tumores, afirmaba que "aunque se mantiene cierta incertidumbre, la evidencia acumulada está crecientemente en contra de la hipótesis de que el móvil pueda provocar tumores de cerebro en adultos".

HIPERSENSIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Determinadas personas dicen ser sensibles a los campos electromagnéticos que las rodean, presentado diversos síntomas que, teóricamente, desaparecen al alejarse de las fuentes. Como de manera natural ya nos encontramos rodeados de campos electromagnéticos, las ondas a las que estas personas son supuestamente sensibles serían las que han aparecido a raíz de la generalización de las comunicaciones inalámbricas, es decir, ondas de radio y microondas. Descartados los efectos ionizantes (por la baja energía de los fotones asociados a estas ondas) y térmicos (por las bajas potencias a las que están expuestos), existiría un hipotético mecanismo desconocido de interacción de estas ondas con el cuerpo humano que explicaría estos síntomas.

En cualquier caso, esta enfermedad no está reconocida por la Organización Mundial de la Salud más que como un conjunto de síntomas para los que los campos electromagnéticos no son la causa demostrada. Se apunta a trastornos psiquiátricos previos, la calidad del aire o el nivel de estrés en el lugar de trabajo.

Solamente está reconocida por declaraciones políticas de distintos parlamentos y por sentencias judiciales. En cualquier caso, la existencia de una relación entre los CEM y estos síntomas no puede estar basada en opiniones o argumentos de autoridad, si no en evidencias científicas. La sensibilidad electromagnética son un conjunto de síntomas sin causa demostrada en ningún estudio científico, y las pruebas que se ofrecen sobre la supuesta correlación son estudios sesgados y acientíficos (Bioinitiative, o incluso un estudio realizado con un único paciente).

En cualquier caso la investigación sobre los mecanismos de interacción de las ondas electromagnéticas de baja frecuencia con el cuerpo humano son pertinentes, dado el aumento significativo en los últimos años de fuentes cercanas a nuestros hogares. Pero en ningún caso podemos obviar las evidencias científicas, y mucho menos, como se pretende en numerosas páginas web, ofrecer productos para engañar a la gente (productos ofrecidos, curiosamente, a través de internet).

CONCLUSIONES

Como conclusión, podemos citar las conclusiones del Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS), formado por científicos y promovido por la Universidad Complutense de Madrid en su "Informe sobre radiofrecuencias y salud 2009-2010":

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 la Comisión Internacional para la Protección frente a la Radiación No-Ionizante (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. 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 campos electromagnéticos de radiofrecuencia de la telefonía movil (teléfonos y antenas) han demostrado que no existe relación causal entre la sintomatología que expresan estas personas y su exposición a este tipo de radiofrecuencia.

6. Cabe esperar que, si hubiera algún efecto derivado de la masiva exposición a la telefonía móvil, 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.

Bibliografía:

Paul A. Tipler, Física. Ed. Reverté

Localización de antenas: http://antenasgsm.com/

Legislación:

Española: http://www.boe.es/boe/dias/2001/09/29/pdfs/A36217-36227.pdf

Europea: http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/ActuacionesUE/Recomendacion_Consejo_europeo_12_julio_1999.pdf

Estudios:

OMS: Proyecto internacional CEM: http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/

http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/

Interphone: http://interphone.iarc.fr/

http://www.publico.es/actualidad/telefonos-moviles-no-elevan-riesgo.html

https://www.aecc.es/Comunicacion/nuestraopinion/Paginas/Camposelectromagneticos.aspx

Niveles máximos de protección:

ICNIRP: http://www.icnirp.org/en/frequencies/high-frequency/index.html

IEEE:

Publicaciones e información general:

http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1162301221480&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA_pintarContenidoFinal

http://femp.femp.es/files/3580-660-fichero/cuadriptico%20sati%20alta%20PARA%20WEB%20SATI.pdf

Electrosensibilidad:

Nota de la OMS (en inglés): http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/en/

Declaración del parlamento europeo:

http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P6-TA-2009-0216&language=ES

http://elpais.com/elpais/2015/09/09/ciencia/1441819089_838483.html

Sobre el estudio Bioinitiative: http://www.bioinitiative.org

Documento de posicionamiento del Comité Asesor en Radiofrecuencias y salud sobre el estudio bioinitiative:
http://femp.femp.es/files/3580-727-fichero/Doc_Posicionamiento_CCARS_Bioinitiative_2012-2013.pdf

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=McCarty+2011+International+Journal+of+Neuroscience

Documento del Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud:

http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Aspectos%20sanitarios/3.-%20Comit%C3%A9%20Cient%C3%ADfico%20Asesor%20en%20Radiofrecuencias%20y%20Salud/CCARS_informe_2010.pdf