

Los Efectos de las Radiaciones Electromagnéticas de Radiofrecuencia en la Salud Humana

Autor: Ing. Pedro Galo Tutivén López
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil – UCSG





Número 7
Colección Artículos

Los Efectos de las Radiaciones Electromagnéticas de Radiofrecuencia en la
Salud Humana

Autor: Ing. Pedro Galo Tutivén López
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil – UCSG





Depósito Legal:

ISBN:

Depósito Legal:

Ediciones de la Fundació Càtedra Iberoamericana
Cra de Valldemossa, Km 7.5
07122 Palma de Mallorca

© del texto y de la edición: Fundació Càtedra Iberoamericana





LOS EFECTOS DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS DE RADIOFRECUENCIA EN LA SALUD HUMANA

Autor: Ing. Pedro Galo Tutivén López
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil – UCSG



Como catedrático e investigador de las ciencias Físicas desde mis inicio de estudio en la ESPOL, en la que fui parte de su instituto de Física, así como de varios colegios de la localidad, la escuela superior naval ,Guayaquil radio club de radioaficionados y en la actualidad en la que ejerzo la cátedra de física en la carrera de ingeniería eléctrica y telecomunicaciones de la facultad técnica de la UCSG , ha sido mi preocupación con el avance de la tecnología y el uso del radio espectro electromagnético, en que proporción nos afecta en nuestra salud y en nuestro estado de vida, y es así que en muchos momentos cuando imparto mi cátedra de física II con mis estudiantes, hago el comentario el porque nuestros ancestros en mayor proporción tenían mayor alargue de vida que en la actualidad, y les comento que los Gasper electromagnéticos que antes no había en mayor proporción, como así lo llamo a las ondas de TV, celulares, radio AM, FM, microondas ,señales luminosas etc. que están en el espacio, penetra en el estado molecular de nuestro cuerpo con varias frecuencias afectando el estado bioritmico, bioquímico, de nuestra aura energética y materia ,ya que esta conformado por nervios neuroeléctricos y su reacción afecta el estado de animo o comportamiento neural del cerebro, y en alguna vez se experimento con un huevo donde se le hizo afectar , que por su acercamiento de un emisor de ondas electromagnéticas, como la de celulares y otras, como la de transmisión portátil en 2 mt se encontró que por su sensibilidad se hiba cocinando, como si el espectro fuera un horno de microonda, de allí nace la curiosidad porque no al cuerpo humano, también es afectado en su salud, y hago continuación un análisis.

CARACTERÍSTICAS DE LA RADIACIÓN QUE EMITEN Y EFECTOS

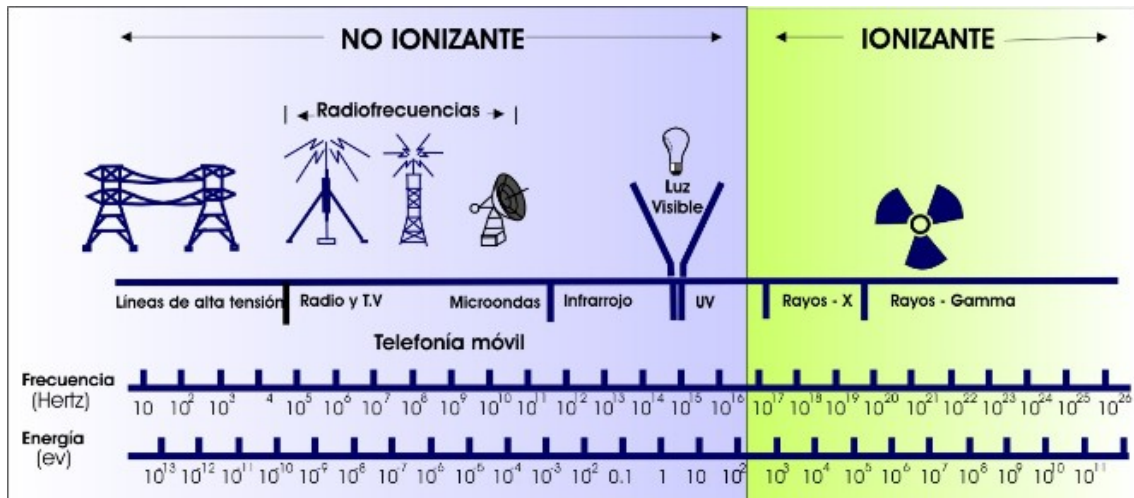
Los teléfonos móviles, a diferencia de los convencionales, llevan incorporado un pequeño emisor-receptor, este aparato es el que permite conectar con la antena emisora-receptora que la red de telefonía móvil ha instalado en diversos puntos de una ciudad, y de esta forma se puede comunicar con otro teléfono.

La comunicación entre teléfono y antena se realiza mediante ondas electromagnéticas, generadas artificialmente por ambos aparatos. Una vez que las ondas han llegado a la antena más próxima, ésta las transforma para pasar a la red telefónica convencional. Las antenas (antenas de estaciones base) crean a su alrededor un campo electromagnético o un espacio en el que actúan sus radiaciones. Está radiación de radiofrecuencia es no ionizante y sus efectos biológicos son esencialmente diferentes de los de la radiación ionizante, producida por máquinas de rayos X o por la desintegración de isótopos radiactivos.

La interacción del material biológico con una emisión electromagnética depende de la frecuencia de la emisión. Los rayos X, ondas de radio y campos eléctricos y magnéticos generados por líneas eléctricas son todos parte del espectro electromagnético y cada zona del espectro se caracteriza por su frecuencia (velocidad con la que el campo electromagnético cambia de dirección) y se mide en hercios (Hz) siendo 1 Hz un ciclo (cambio de dirección) por segundo y 1 megahercio (MHz) 1 millón de ciclos por segundo. A frecuencias extremadamente altas (características de rayos X) las ondas electromagnéticas tienen suficiente energía para romper enlaces químicos (ionización). A frecuencias más bajas como las utilizadas



en radiocomunicaciones, la energía de las ondas se considera demasiado baja para romper enlaces químicos, por lo que se consideran a estas radiaciones no ionizantes



EXPOSICIÓN A CAMPOS DE RADIOFRECUENCIAS Y CÁNCER

Según los datos científicos de que se dispone actualmente, es poco probable que la exposición a esos campos origine o favorezca el desarrollo de cánceres.

TOMADO ALGUNOS CRITERIOS DE LA PÁGINA WEB DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index.htm>

Fuentes naturales de campos electromagnéticos

En el medio en que vivimos, hay campos electromagnéticos por todas partes, pero son invisibles para el ojo humano. Se producen campos eléctricos por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmósfera por efecto de las tormentas. El campo magnético terrestre provoca la orientación de las agujas de los compases en dirección Norte-Sur y los pájaros y los peces lo utilizan para orientarse.

Fuentes de campos electromagnéticos generadas por el hombre

Además de las fuentes naturales, en el espectro electromagnético hay también fuentes generadas por el hombre: Para diagnosticar la rotura de un hueso por un accidente deportivo, se utilizan los rayos X. La electricidad que surge de cualquier toma de corriente lleva asociados campos electromagnéticos de frecuencia baja. Además, diversos tipos de ondas de radio de frecuencia más alta se utilizan para transmitir información, ya sea por medio de antenas de televisión, estaciones de radio o estaciones base de telefonía móvil.

La diferencia que hay entre los campos electromagnéticos no ionizantes y la radiación ionizante?

La longitud de onda y la frecuencia determinan otra característica importante de los campos electromagnéticos. Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (longitudes de onda más cortas) transportan más energía que los de las ondas de menor frecuencia (longitudes de onda más largas). Algunas ondas electromagnéticas transportan tanta energía por cuanto de luz que son capaces de romper los enlaces entre las moléculas. De las radiaciones que componen el espectro electromagnético, los rayos gamma que emiten los materiales radioactivos, los rayos cósmicos y los rayos X tienen esta capacidad y se conocen como «radiación ionizante». Las radiaciones compuestas por cuantos de luz sin energía suficiente para



romper los enlaces moleculares se conocen como «radiación no ionizante». Las fuentes de campos electromagnéticos generadas por el hombre que constituyen una parte fundamental de las sociedades industriales (la electricidad, las microondas y los campos de radiofrecuencia) están en el extremo del espectro electromagnético correspondiente a longitudes de onda relativamente largas y frecuencias bajas y sus cuantos no son capaces de romper enlaces químicos.

Campos eléctricos

Al enchufar un cable eléctrico en una toma de corriente se generan campos eléctricos en el aire que rodea al aparato eléctrico. Cuanto mayor es la tensión, más intenso es el campo eléctrico producido. Como puede existir tensión aunque no haya corriente eléctrica, no es necesario que el aparato eléctrico esté en funcionamiento para que exista un campo eléctrico en su entorno. Los campos magnéticos se generan únicamente cuando fluye la corriente eléctrica. En este caso, coexisten en el entorno del aparato eléctrico campos magnéticos y eléctricos. Cuanto mayor es la intensidad de la corriente, mayor es la intensidad del campo magnético. La transmisión y distribución de electricidad se realiza a tensión alta, mientras que en el hogar se utilizan tensiones bajas. Las tensiones de los equipos de transmisión de electricidad varían poco de unos días a otros; la corriente de las líneas de transmisión varía en función del consumo eléctrico.

Los campos eléctricos existentes en torno al cable de un electrodoméstico sólo desaparecen cuando éste se desenchufa o se desconecta de la toma de corriente, aunque no desaparecerán los campos eléctricos del entorno del cable situado en el interior de la pared que alimenta al enchufe.

¿Cuáles son las principales fuentes de campos de frecuencia baja, media y alta?

Los campos electromagnéticos variables en el tiempo que producen los aparatos eléctricos son un ejemplo de campos de frecuencia extremadamente baja, con frecuencias generalmente de hasta 300 Hz. Otras tecnologías producen campos de frecuencia intermedia (FI), con frecuencias de 300 Hz a 10 MHz, y campos de radiofrecuencia (RF), con frecuencias de 10 MHz a 300 GHz. Los efectos de los campos electromagnéticos sobre el organismo no sólo dependen de su intensidad sino también de su frecuencia y energía. Las principales fuentes de campos de FEB son la red de suministro eléctrico y todos los aparatos eléctricos; las pantallas de computadora, los dispositivos antirrobo y los sistemas de seguridad son las principales fuentes de campos de FI y las principales fuentes de campos de RF son la radio, la televisión, las antenas de radares y teléfonos celulares y los hornos de microondas. Estos campos inducen corrientes en el organismo que, dependiendo de su amplitud y frecuencia, pueden producir diversos efectos como calentamiento y sacudidas eléctricas. (No obstante, para producir estos efectos, los campos exteriores al organismo deben ser muy intensos, mucho más que los presentes habitualmente en el medio.)

Campos electromagnéticos de frecuencias altas

Los teléfonos móviles, la televisión y los transmisores de radio y radares producen campos de RF. Estos campos se utilizan para transmitir información a distancias largas y son la base de las telecomunicaciones, así como de la difusión de radio y televisión en todo el mundo. Las microondas son campos de RF de frecuencias altas, del orden de GHz. En los hornos de microondas, utilizamos estos campos para el calentamiento rápido de alimentos.

- En las frecuencias de radio y de microondas, los campos eléctricos y magnéticos se consideran, conjuntamente, como los dos componentes de una onda electromagnética. La intensidad de estos campos se describe mediante la densidad de potencia, medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2).
- Las ondas electromagnéticas de frecuencia baja y frecuencia alta afectan al organismo de formas diferentes.
- Las redes de distribución eléctrica y los aparatos eléctricos son las fuentes más comunes de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia baja del entorno cotidiano. Las fuentes habituales de campos electromagnéticos de radiofrecuencia son las telecomunicaciones, las antenas de radiodifusión y los hornos de microondas.



¿Y nos preguntamos qué ocurre cuando nos exponemos a campos electromagnéticos?

La exposición a campos electromagnéticos no es un fenómeno nuevo. Sin embargo, en el siglo XX la exposición ambiental ha aumentado de forma continua conforme la creciente demanda de electricidad, el constante avance de las tecnologías y los cambios en los hábitos sociales han generado más y más fuentes artificiales de campos electromagnéticos. Todos estamos expuestos a una combinación compleja de campos eléctricos y magnéticos débiles, tanto en el hogar como en el trabajo, desde los que producen la generación y transmisión de electricidad, los electrodomésticos y los equipos industriales, a los producidos por las telecomunicaciones y la difusión de radio y televisión.

En el organismo se producen corrientes eléctricas minúsculas debidas a las reacciones químicas de las funciones corporales normales, incluso en ausencia de campos eléctricos externos. Por ejemplo, los nervios emiten señales mediante la transmisión de impulsos eléctricos. En la mayoría de las reacciones bioquímicas, desde la digestión a las actividades cerebrales, se produce una reorganización de partículas cargadas. Incluso el corazón presenta actividad eléctrica, que los médicos pueden detectar mediante los electrocardiogramas.

Los **campos eléctricos de frecuencia baja** influyen en el organismo, como en cualquier otro material formado por partículas cargadas. Cuando los campos eléctricos actúan sobre materiales conductores, afectan a la distribución de las cargas eléctricas en la superficie. Provocan una corriente que atraviesa el organismo hasta el suelo.

Los campos magnéticos de frecuencia baja inducen corrientes circulantes en el organismo. La intensidad de estas corrientes depende de la intensidad del campo magnético exterior. Si es suficientemente intenso, las corrientes podrían estimular los nervios y músculos o afectar a otros procesos biológicos.

Tanto los campos eléctricos como los magnéticos inducen tensiones eléctricas y corrientes en el organismo, pero incluso justo debajo de una línea de transmisión de electricidad de alta tensión las corrientes inducidas son muy pequeñas comparadas con los umbrales para la producción de sacudidas eléctricas u otros efectos eléctricos.

El principal efecto biológico de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia es el calentamiento. Este fenómeno se utiliza en los hornos de microondas para calentar alimentos. Los niveles de campos de radiofrecuencia a los que normalmente están expuestas las personas son mucho menores que los necesarios para producir un calentamiento significativo. Las directrices actuales se basan en el efecto calefactor de las ondas de radio. Los científicos están investigando también la posibilidad de que existan efectos debidos a la exposición a largo plazo a niveles inferiores al umbral para el calentamiento del organismo. Hasta la fecha, no se han confirmado efectos adversos para la salud debidos a la exposición a largo plazo a campos de baja intensidad de frecuencia de radio o de frecuencia de red, pero los científicos continúan investigando activamente en este terreno.

¿Efectos biológicos o efectos sobre la salud? ¿Qué es un peligro para la salud?

Los efectos biológicos son respuestas mensurables a un estímulo o cambio en el medio. Estos cambios no son necesariamente perjudiciales para la salud. Por ejemplo, escuchar música, leer un libro, comer una manzana o jugar al tenis son actividades que producen diversos efectos biológicos. No obstante, no esperamos que ninguna de estas actividades produzca efectos sobre la salud. El organismo dispone de mecanismos complejos que le permiten ajustarse a las numerosas y variadas influencias del medio en el que vivimos. El cambio continuo es forma parte de nuestra vida normal, pero, desde luego, el organismo no posee mecanismos adecuados para compensar todos los efectos biológicos. Los cambios irreversibles y que fuerzan el sistema durante períodos largos pueden suponer un peligro para la salud.

Un efecto perjudicial para la salud es el que ocasiona una disfunción detectable de la salud de las personas expuestas o de sus descendientes; por el contrario, un efecto biológico puede o no producir un efecto perjudicial para la salud.



No se pone en cuestión que por encima de determinados umbrales los campos electromagnéticos puedan desencadenar efectos biológicos. Según experimentos realizados con voluntarios sanos, la exposición a corto plazo a los niveles presentes en el medio ambiente o en el hogar no produce ningún efecto perjudicial manifiesto. La exposición a niveles más altos, que podrían ser perjudiciales, está limitada por directrices nacionales e internacionales. La controversia que se plantea actualmente se centra en si bajos niveles de exposición a largo plazo pueden o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas.

Preocupación de la sociedad por los efectos sobre la salud

Un vistazo a los titulares de las noticias de los últimos años permite hacerse una idea de los diversos aspectos que preocupan a la sociedad. En el transcurso de la última década, se han planteado dudas relativas a los efectos sobre la salud de numerosas fuentes de campos electromagnéticos, como las líneas de conducción eléctrica, los hornos de microondas, las pantallas de computadora y de televisión, los dispositivos de seguridad, los radares y, más recientemente, los teléfonos móviles y sus estaciones base.

Conclusiones de las investigaciones científicas

Basándose en una revisión profunda de las publicaciones científicas, la OMS concluyó que los resultados existentes no confirman que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad produzca ninguna consecuencia para la salud. Sin embargo, los conocimientos sobre los efectos biológicos presentan algunas lagunas que requieren más investigaciones

Algunas personas han atribuido un conjunto difuso de síntomas a la exposición de baja intensidad a campos electromagnéticos en el hogar. Los síntomas notificados incluyen dolores de cabeza, ansiedad, suicidios y depresiones, náuseas, fatiga y pérdida de la libido. Hasta la fecha, las pruebas científicas no apoyan la existencia de una relación entre estos síntomas y la exposición a campos electromagnéticos. Al menos alguno de estos problemas sanitarios pueden deberse al ruido o a otros factores del medio, o a la ansiedad relacionada con la presencia de tecnologías nuevas.

Efectos sobre el embarazo

La OMS y otros organismos han evaluado numerosas fuentes y exposiciones diferentes a campos electromagnéticos en el entorno cotidiano y de trabajo, como las pantallas de computadora, colchones de agua y mantas eléctricas, equipos de soldadura por corrientes de radiofrecuencia, equipos de diatermia, y radares. El conjunto de los resultados demuestra que la exposición a los niveles típicos de los campos del medio no aumenta el riesgo de desenlaces adversos como abortos espontáneos, malformaciones, peso reducido al nacer y enfermedades congénitas. Se han publicado informes esporádicos de asociaciones entre problemas sanitarios y la presunta exposición a campos electromagnéticos, como informes sobre partos prematuros y con peso reducido de trabajadoras de la industria electrónica, pero la comunidad científica no ha considerado que estos efectos estén necesariamente ocasionados por la exposición a campos electromagnéticos (frente a la influencia de factores como la exposición a disolventes).

Cataratas

Se ha informado de casos de irritación ocular general y cataratas en trabajadores expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia y microondas, pero estudios realizados con animales no confirman la idea de que estos tipos de trastornos oculares se puedan producir a niveles que no son peligrosos por su efecto térmico. No hay pruebas de que se produzcan estos efectos a los niveles a los que está expuesta la población general.

Campos electromagnéticos y cáncer

A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida. En cualquier caso, es evidente que si los campos electromagnéticos realmente producen algún efecto de aumento de riesgo de cáncer, el efecto será extremadamente pequeño. Los resultados obtenidos hasta la fecha presentan numerosas contradicciones, pero no se han encontrado incrementos grandes del riesgo de ningún tipo de cáncer, ni en niños ni en adultos.



Algunos estudios epidemiológicos sugieren que existen pequeños incrementos del riesgo de leucemia infantil asociados a la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia en el hogar. Sin embargo, los científicos no han deducido en general de estos resultados la existencia de una relación causa-efecto entre la exposición a los campos electromagnéticos y la enfermedad, sino que se ha planteado la presencia en los estudios de efectos artificiosos o no relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. Esta conclusión se ha alcanzado, en parte, porque los estudios con animales y de laboratorio no demuestran que existan efectos reproducibles coherentes con la hipótesis de que los campos electromagnéticos causen o fomenten el cáncer. Se están realizando actualmente estudios de gran escala en varios países que podrían ayudar a esclarecer estas cuestiones.

Hipersensibilidad a los campos electromagnéticos y depresión

Algunas personas afirman ser "hipersensibles" a los campos eléctricos o magnéticos. Preguntan si los dolores, cefaleas, depresión, letargo, alteraciones del sueño e incluso convulsiones y crisis epilépticas pueden estar asociados con la exposición a campos electromagnéticos.

Hay escasa evidencia científica que apoye la posible existencia de casos de hipersensibilidad a los campos electromagnéticos. Estudios recientes realizados en países escandinavos han comprobado que, en condiciones adecuadamente controladas de exposición a campos electromagnéticos, no se observan pautas de reacción coherentes en los sujetos expuestos. Tampoco existe ningún mecanismo biológico aceptado que explique la hipersensibilidad. La investigación en este campo es difícil porque, además de los efectos directos de los propios campos electromagnéticos, pueden intervenir muchas otras respuestas subjetivas. Están en curso más estudios sobre esta cuestión.

Puntos clave

- Existe una amplia gama de influencias del medio que producen efectos biológicos. La expresión «efecto biológico» no es equivalente a «peligro para la salud». Se necesitan investigaciones especiales para identificar y medir los peligros para la salud.
- A frecuencias bajas, los campos eléctricos y magnéticos exteriores inducen pequeñas corrientes circulantes en el interior del organismo. En prácticamente todos los medios normales, las corrientes inducidas en el interior del organismo son demasiado pequeñas para producir efectos manifiestos.
- El principal efecto de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia es el calentamiento de los tejidos del organismo.
- No cabe duda de que la exposición a corto plazo a campos electromagnéticos muy intensos puede ser perjudicial para la salud. La preocupación actual de la sociedad se centra en los posibles efectos sobre la salud, a largo plazo, de la exposición a campos electromagnéticos de intensidades inferiores a las necesarias para desencadenar respuestas biológicas inmediatas.
- El Proyecto Internacional CEM de la OMS se inició para responder con rigor científico y de forma objetiva a las preocupaciones de la sociedad por los posibles peligros de los campos electromagnéticos de baja intensidad.
- A pesar de las abundantes investigaciones realizadas, hasta la fecha no hay pruebas que permitan concluir que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad sea perjudicial para la salud de las personas.
- Las investigaciones internacionales se centran en el estudio de posibles relaciones entre el cáncer y los campos electromagnéticos, a frecuencias de radio y de red eléctrica.

Progresos de las investigaciones

Si los campos electromagnéticos constituyen un peligro para la salud, las consecuencias afectarán a todos los países industrializados. La sociedad exige respuestas concretas a la cuestión, cada vez más apremiante, de si los campos electromagnéticos a los que estamos expuestos de forma cotidiana producen o no efectos perjudiciales para la salud. Frecuentemente, los medios de comunicación ofrecen respuestas que parecen definitivas. Sin embargo, estas noticias se deben juzgar con cautela y se debe tener en cuenta que la educación no es el principal objetivo de los medios de comunicación. Un periodista puede seleccionar una noticia e informar sobre la misma impulsado por diversos motivos no relacionados con



aspectos técnicos; los periodistas compiten entre sí por obtener tiempo y espacio en los medios de comunicación y las revistas y periódicos compiten por aumentar la circulación de sus productos. Los titulares novedosos y sensacionalistas que interesan al mayor número de personas posible les ayudan a alcanzar estos objetivos; las malas noticias no son sólo las más llamativas, sino a menudo las únicas de las que nos enteramos. Se presta poca, o ninguna, atención a los numerosos estudios que indican que los campos electromagnéticos son inofensivos. La ciencia no puede aún garantizar una seguridad absoluta, pero las investigaciones realizadas son, en su conjunto, tranquilizantes.

Se necesitan diferentes tipos de estudios

Para evaluar un posible efecto perjudicial para la salud de los campos electromagnéticos, es esencial realizar un conjunto de estudios diversos en diferentes campos de investigación. Los diferentes tipos de estudios investigan diversos aspectos del problema. El objetivo de los estudios de laboratorio con células es elucidar los mecanismos básicos subyacentes que relacionan la exposición a campos electromagnéticos con los efectos biológicos. Estos estudios pretenden identificar mecanismos basados en los cambios moleculares o celulares que produce el campo electromagnético que ofrecerían pistas sobre cómo se transforma una fuerza física en una acción biológica en el organismo. En estos estudios, las células individuales o tejidos estudiados se retiran de su medio vital normal, lo que puede desactivar posibles mecanismos de compensación. Otro tipo de estudios, realizados con animales, está más estrechamente relacionado con las condiciones reales. Estos estudios proporcionan resultados que son más directamente pertinentes para determinar niveles de exposición seguros para las personas y frecuentemente estudian diversas intensidades de los campos electromagnéticos para investigar las relaciones entre dosis y respuesta.

Niveles de exposición típicos en el hogar y en el medio ambiente

Campos electromagnéticos en el hogar

Niveles de fondo de campos electromagnéticos producidos por instalaciones de transmisión y distribución de electricidad

La transmisión de electricidad a larga distancia se realiza mediante líneas eléctricas de alta tensión. Estas tensiones altas se reducen mediante transformadores para la distribución local a hogares y empresas. Las instalaciones de transmisión y distribución de electricidad y el cableado y aparatos eléctricos domésticos generan el nivel de fondo de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia de red en el hogar. En los hogares que no están situados cerca de líneas de conducción eléctrica la intensidad de este campo de fondo puede ser hasta alrededor de $0,2 \mu\text{T}$. Los campos de los lugares situados directamente bajo las líneas de conducción eléctrica son mucho más intensos. Las densidades de flujo magnético a nivel del suelo pueden ser del orden de hasta varios μT . La intensidad del campo eléctrico bajo las líneas de conducción eléctrica puede ser de hasta 10 kV/m . Sin embargo, la intensidad de los campos (eléctricos y magnéticos) se reduce al aumentar la distancia a las líneas eléctricas. A entre 50 m y 100 m de distancia la intensidad de los campos es normalmente equivalente a la de zonas alejadas de las líneas eléctricas de alta tensión. Además, las paredes de las casas reducen substancialmente la intensidad de campo eléctrico con respecto a la existente en lugares similares en el exterior de las casas.

Aparatos eléctricos en el hogar

Los campos eléctricos de frecuencia de red más intensos presentes normalmente en el entorno son los de los lugares situados bajo las líneas de transmisión de alta tensión. Por el contrario, los campos magnéticos de frecuencia de red más intensos se encuentran normalmente en puntos muy cercanos a motores y otros aparatos eléctricos, así como en equipos especializados como escáneres de resonancia magnética utilizados para generar imágenes para el diagnóstico médico.



Intensidades de campo eléctrico típicas medidas cerca de electrodomésticos (a una distancia de 30 cm.) Fuente: Oficina federal alemana de seguridad radiológica (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS), 1999.

Electrodoméstico	Intensidad del campo eléctrico (V/m)
Receptor estereofónico	180
Hierro	120
Frigorífico	120
Batidora	100
Tostadora	80
Secador de pelo	80
Televisor de color	60
Cafetera eléctrica	60
Aspiradora	50
Horno eléctrico	8
Bombilla	5
Valor límite recomendado	5000

Muchas personas se sorprenden cuando reparan en la diversidad de las intensidades de los campos magnéticos presentes en el entorno de diversos aparatos eléctricos. La intensidad del campo no depende del tamaño, complejidad, potencia o ruido que hace el electrodoméstico. Además, las intensidades de los campos magnéticos pueden ser muy diversas, incluso entre aparatos aparentemente similares. Por ejemplo, algunos secadores de pelo generan campos muy intensos, mientras que otros apenas producen campo magnético alguno. Estas diferencias de intensidad del campo magnético están relacionadas con el diseño del producto. El siguiente cuadro muestra valores típicos correspondientes a diversos aparatos eléctricos comunes en los hogares y lugares de trabajo. Las mediciones se tomaron en Alemania y todos los aparatos funcionan con electricidad a 50 Hz de frecuencia. Debe señalarse que los niveles de exposición efectivos varían considerablemente dependiendo del modelo de electrodoméstico y de la distancia al mismo.

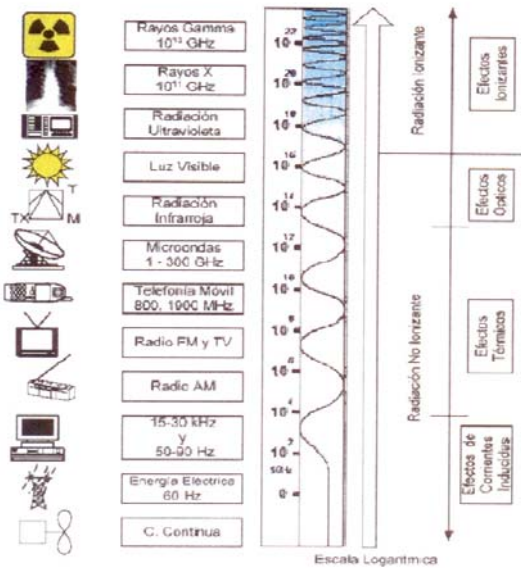


Tabla 1.- Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija

Tipo de exposición	Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico, E (V/m)	Intensidad de campo magnético, H (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
Ocupacional	3 - 65 kHz	610	24.4	-
	0,065 - 1 MHz	610	1,6 / f	-
	1 - 10 MHz	610 / f	1,6 / f	-
	10 - 400 MHz	61	0,16	10
	400 - 2000 MHz	3f ²	0,008f ²	f / 40
Poblacional	2 - 300 GHz	137	0,36	50
	3 - 150 kHz	87	5	-
	0,15 - 1 MHz	87	0,73 / f	-
	1 - 10 MHz	87 / f ²	0,73 / f	-
	10 - 400 MHz	28	0,073	2
	400 - 2000 MHz	1,375f ²	0,0037f ²	f / 200
	2 - 300 GHz	61	0,16	10

Nota: Para frecuencias entre 100kHz y 10GHz, el periodo de medición es 6 min. Mientras que frecuencias mayores a 10GHz el tiempo debe ser 68/f 1.05.

Intensidades del campo magnético típicas de algunos electrodomésticos a diversas distancias

Aparato eléctrico	A una distancia de 3 cm (μT)	A una distancia de 30 cm (μT)	A una distancia de 1 m (μT)
Secador de pelo	6 – 2000	0,01 – 7	0,01 – 0,03
Máquina de afeitar eléctrica	15 – 1500	0,08 – 9	0,01 – 0,03
Aspiradora	200 – 800	2 – 20	0,13 – 2
Luz fluorescente	40 – 400	0,5 – 2	0,02 – 0,25
Horno de microondas	73 – 200	4 – 8	0,25 – 0,6
Radio portátil	16 – 56	1	< 0,01
Horno eléctrico	1 – 50	0,15 – 0,5	0,01 – 0,04
Lavadora	0,8 – 50	0,15 – 3	0,01 – 0,15
Hierro	8 – 30	0,12 – 0,3	0,01 – 0,03
>Lavavajillas	3,5 – 20	0,6 – 3	0,07 – 0,3
Computadora	0,5 – 30	< 0,01	
Frigorífico	0,5 – 1,7	0,01 – 0,25	<0,01
Televisor de color	2,5 - 50	0,04 – 2	0,01 – 0,15

En la mayoría de los electrodomésticos, la intensidad del campo magnético a una distancia de 30 cm es considerablemente inferior al límite recomendado para el conjunto de la población de 100 μT.

Fuente: Oficina federal alemana de seguridad radiológica (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS), 1999. (La distancia de operación normal se indica en negrita.)

El cuadro ilustra dos puntos importantes: En primer lugar, la intensidad del campo magnético que rodea a todos los aparatos disminuye rápidamente conforme nos alejamos del mismo. En segundo lugar, la



mayoría de los electrodomésticos no se utilizan a una distancia muy cercana al cuerpo. A una distancia de 30 cm, los campos magnéticos que generan la mayoría de los electrodomésticos son más de 100 veces menores que el límite recomendado establecido para el conjunto de la población (100 μT a 50 Hz, o 83 μT a 60 Hz).

Televisores y pantallas de computadora

Las pantallas de computadora y televisores se basan en principios de funcionamiento similares. Ambos producen campos eléctricos estáticos y campos eléctricos y magnéticos alternos a diversas frecuencias. Sin embargo, las pantallas de cristal líquido que se utilizan en algunas computadoras portátiles y de escritorio no generan campos eléctricos y magnéticos significativos. Las computadoras modernas tienen pantallas conductoras que reducen el campo estático de la pantalla hasta un nivel similar al normal de fondo de los hogares o los lugares de trabajo. En la posición que ocupa el usuario (a 30 a 50 cm de la pantalla), la densidad de flujo (a frecuencias de red) de los campos magnéticos alternos es típicamente inferior a 0,7 μT . Las intensidades de los campos eléctricos alternos en las posiciones del usuario varían de menos de 1 V/m a 10 V/m.

Hornos de microondas

Los hornos de microondas domésticos funcionan a potencias muy altas. Sin embargo, disponen de una protección eficaz que reduce la fuga de radiación de los hornos hasta niveles casi indetectables. Además, la intensidad de las fugas de microondas se reduce de forma muy pronunciada al aumentar la distancia desde el horno. En muchos países, existen normas de fabricación que especifican los niveles máximos de fuga de radiación admisibles en hornos nuevos; un horno que cumpla dichas normas no supondrá peligro alguno para el consumidor.

Teléfonos portátiles

Los teléfonos portátiles funcionan a intensidades mucho menores que los teléfonos móviles. El motivo es que se utilizan a distancias muy próximas a su estación base, por lo que no necesitan campos intensos para transmitir a distancias grandes. Por consiguiente, los campos de radiofrecuencia que generan estos aparatos son despreciables.

Campos electromagnéticos en el medio ambiente

Radars

Los radares se utilizan para la navegación, la predicción meteorológica y para usos militares, entre otras diversas funciones. Emiten señales en forma de pulsos de microondas. La potencia máxima de cada pulso puede ser alta, aunque la potencia media sea pequeña. Muchos radares pueden girar o moverse arriba y abajo, lo que reduce la densidad de potencia media a la que están expuestas las personas en lugares cercanos a los radares. Incluso los radares militares de gran potencia, no giratorios, limitan la exposición en lugares de acceso público a niveles inferiores a los límites recomendados.

Sistemas de seguridad

Los sistemas antirrobo de las tiendas utilizan dispositivos que detectan bobinas eléctricas situadas en las salidas. Cuando compra un artículo, los marcadores se retiran o se desactivan de forma permanente. Los campos electromagnéticos de las bobinas generalmente no superan los límites de exposición recomendados. Los sistemas de control de accesos funcionan de la misma forma, incorporándose el dispositivo antirrobo a un llavero o a una tarjeta de identidad. Los sistemas de seguridad de las bibliotecas utilizan dispositivos que se pueden desactivar cuando se toma prestado un libro y volver a activar cuando se devuelve. Los detectores de metales y los sistemas de seguridad de los aeropuertos generan un campo magnético de gran intensidad (hasta 100 μT) que sufre perturbaciones por la presencia de objetos metálicos. En puntos cercanos al marco del detector, la intensidad del campo magnético puede ser próxima, o en ocasiones superior, a los límites recomendados. No obstante, según se explica en la sección sobre límites recomendados, no constituye un peligro para la salud. (véase la sección titulada ¿Son perjudiciales los niveles de exposición superiores a los límites recomendados?)



Trenes y tranvías eléctricos

Los trenes de larga distancia tienen una o más locomotoras que están separadas de los vagones de pasajeros. En consecuencia, la principal fuente a la que se exponen los pasajeros es la fuente de alimentación eléctrica del tren. En los vagones de pasajeros de los trenes de larga distancia pueden existir campos magnéticos de varios cientos de μT cerca del suelo y de intensidades inferiores (decenas de μT) en otras partes del compartimento. Los campos eléctricos pueden alcanzar intensidades de 300 V/m. Las personas que viven en las inmediaciones de vías de ferrocarril pueden estar expuestas a campos magnéticos generados por la fuente de suministro eléctrico situada encima de las vías; dependiendo del país, pueden ser similares a los campos producidos por las líneas de conducción eléctrica de alta tensión.

Los motores y equipos de tracción de los trenes y tranvías normalmente están ubicados bajo el suelo de los vagones de pasajeros. A nivel del suelo, las intensidades de los campos magnéticos pueden alcanzar niveles de hasta decenas de μT en las partes del suelo situadas justamente encima de motor. La intensidad del campo disminuye drásticamente con la distancia al suelo, de manera que la exposición del tronco de los pasajeros es mucho menor.

Televisión y radio

¿No se ha preguntado alguna vez, al seleccionar una emisora de radio en el equipo de música de su casa, qué significan las conocidas siglas AM y FM? Las señales de radio se pueden describir como de modulación de amplitud (AM, en inglés) o de modulación de frecuencia (también llamada frecuencia modulada o por las siglas en inglés, FM) dependiendo de la forma de transmisión de la información. Las señales de radio de AM se pueden utilizar para la difusión a distancias muy largas, mientras que las ondas de FM abarcan zonas menores pero pueden proporcionar una mejor calidad de sonido.

Las señales de radio de AM se transmiten por medio de grandes baterías de antenas, que pueden tener alturas de decenas de metros, situadas en lugares inaccesibles para la población. Los niveles de exposición en lugares muy cercanos a las antenas y cables de alimentación pueden ser altos, pero afectan al personal de mantenimiento y no a la población general.

Las antenas de televisión y de radio en FM son mucho más pequeñas que las de AM y se montan en baterías de antenas situadas en lo alto de grandes torres que sirven únicamente como estructuras de soporte. La población puede acceder a la parte baja de estas torres porque los niveles de exposición cerca de la base son inferiores a los límites recomendados. En ocasiones, se montan en lo alto de edificios pequeñas antenas de televisiones y radios locales, en cuyo caso puede ser necesario controlar el acceso estas zonas.

Teléfonos móviles y estaciones base

Los teléfonos móviles nos permiten estar permanentemente localizables. Estos dispositivos de ondas de radio de baja potencia transmiten y reciben señales de una red de estaciones base de baja potencia fijas. Cada estación base proporciona cobertura a una zona determinada. Dependiendo del número de llamadas que gestionan, la distancia entre las estaciones base pueden ser desde sólo unos pocos cientos de metros en las grandes ciudades a varios kilómetros en las zonas rurales.

Las estaciones base de telefonía móvil normalmente se instalan en lo alto de edificios o en torres, a alturas de entre 15 y 50 metros. Los niveles de las transmisiones desde una determinada estación base son variables y dependen del número de llamadas y de la distancia a la estación base de quienes emiten las llamadas. Las antenas emiten un haz muy estrecho de ondas de radio que se propaga de forma casi paralela al suelo. En consecuencia, al nivel del suelo y en regiones que normalmente son de acceso público las intensidades de los campos de radiofrecuencia son muy inferiores a los niveles considerados peligrosos. Sólo se superarían los niveles recomendados si una persona se acercara a menos de un metro o dos de las antenas. Hasta que los teléfonos móviles empezaron a usarse de forma generalizada, la población estaba expuesta principalmente a emisiones de radiofrecuencia de estaciones de radio y televisión. Incluso hoy en día, las torres de telefonía apenas aumentan el nivel de exposición total que experimentamos, ya que la intensidad de las señales en los lugares de acceso público es normalmente similar o inferior a la de las estaciones de radio y televisión distantes.



Sin embargo, el usuario de un teléfono móvil está expuesto a campos de radiofrecuencia mucho más intensos que los del entorno general. Los teléfonos móviles se utilizan a muy poca distancia de la cabeza; por lo tanto, en lugar de estudiar el efecto del calentamiento en todo el cuerpo, se debe determinar la distribución de la energía que absorbe la cabeza del usuario. Se ha calculado mediante complejos modelos y mediciones computarizados basados en modelos de cabezas que, al parecer, la energía absorbida procedente de un teléfono móvil no supera los límites actualmente recomendados.

Se han planteado también dudas sobre otros efectos, llamados «efectos no térmicos», producidos por la exposición a frecuencias de teléfonos móviles. Se ha sugerido que podrían producirse efectos sutiles sobre las células que podrían influir en el desarrollo del cáncer. También se ha planteado la hipótesis de posibles efectos sobre los tejidos excitables por estímulos eléctricos que podrían influir en la función del cerebro y los tejidos nerviosos. Sin embargo, según el conjunto de los datos disponibles hasta la fecha, no parece que el uso de teléfonos móviles produzca ningún efecto perjudicial sobre la salud de las personas.

¿Es realmente tan intensa la exposición a campos magnéticos en la vida cotidiana?

En los últimos años, las autoridades públicas de diversos países han realizado numerosas mediciones para estudiar los niveles de los campos electromagnéticos en el entorno cotidiano. Ninguno de estos estudios ha concluido que los niveles medidos puedan producir efectos perjudiciales para la salud.

La Oficina federal alemana de seguridad radiológica (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS) midió recientemente la exposición diaria a campos magnéticos de unas 2000 personas con diversas ocupaciones y grados de exposición en lugares públicos. Todas las personas llevaron dosímetros personales durante las 24 horas. Los niveles de exposición medidos presentaron una gran variación, pero la exposición media diaria fue de $0,10 \mu\text{T}$. Este valor es mil veces menor que el límite establecido para la población de $100 \mu\text{T}$ y 200 veces menor que el límite de exposición para trabajadores de $500 \mu\text{T}$. Además, los niveles de exposición registrados por los habitantes de los centros de las ciudades indicaron que no existen en este sentido grandes diferencias entre la vida en zonas rurales y la vida en la ciudad. Incluso la exposición de las personas que viven en las inmediaciones de líneas de conducción eléctrica de alta tensión se diferencia muy poco de la exposición media de la población.

Puntos clave

- Los niveles de fondo de campos electromagnéticos en el hogar están producido principalmente por las instalaciones de transmisión y distribución de electricidad o por aparatos eléctricos.
- Los diferentes aparatos eléctricos generan campos de intensidades muy diferentes. La intensidad de los campos eléctricos y magnéticos disminuye rápidamente con la distancia a los aparatos eléctricos. En cualquier caso, las intensidades de los campos del entorno de los electrodomésticos son habitualmente muy inferiores a los límites recomendados.
- En el lugar que ocupa el usuario, los campos eléctricos y magnéticos de los televisores y pantallas de computadora son cientos de miles de veces menores que los límites recomendados.
- Los hornos de microondas que cumplen las normas no son peligrosos para la salud.
- Si se limita el acceso público a lugares cercanos a las instalaciones de radares, antenas de radiodifusión y estaciones base de telefonía móvil, no se superarán los límites recomendados de exposición a campos de radiofrecuencia.
- Los usuarios de teléfonos móviles están expuestos a campos electromagnéticos mucho más intensos que los existentes en el entorno cotidiano normal. No obstante, incluso estos niveles más altos no parece que generen efectos perjudiciales.
- Numerosos estudios han demostrado que la exposición a campos electromagnéticos en el entorno cotidiano es extremadamente baja.

Normas actuales

Existen normas establecidas para proteger nuestra salud, como las relativas a aditivos alimentarios, a las concentraciones de productos químicos en el agua o a los contaminantes del aire. De forma similar, existen normas que previenen la exposición excesiva a los campos electromagnéticos presentes en el entorno.



]

Quién decide cuáles son los límites recomendados?

Cada país establece sus propias normas nacionales relativas sobre exposición a campos electromagnéticos. Sin embargo, la mayoría de estas normas nacionales se basan en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Esta organización no gubernamental, reconocida formalmente por la OMS, evalúa los resultados de estudios científicos realizados en todo el mundo. Basándose en un análisis en profundidad de todas las publicaciones científicas, la ICNIRP elabora unas directrices en las que establece límites de exposición recomendados. Estas directrices se revisan periódicamente y, en caso necesario, se actualizan.

La relación entre la intensidad de los campos electromagnéticos y la frecuencia es compleja. Una relación de todos los valores de todas las normas correspondientes a todas las frecuencias sería difícil de comprender. El siguiente cuadro resume los límites de exposición recomendados correspondientes a los tipos de tecnologías que han causado preocupación en la sociedad: la electricidad en el hogar, las estaciones base de telefonía móvil y los hornos de microondas. La última actualización de estas directrices se realizó en abril de 1998.

[

Resumen de los límites de exposición recomendados por la ICNIRP

	Frecuencia de la red eléctrica europea	Frecuencia de estaciones base de telefonía móvil		Frecuencia de los hornos de microondas	
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	900 MHz	1,8 GHz	2,45 GHz
	Campo eléctrico (V/m)	Campo magnético (μ T)	Densidad de potencia (W/m^2)	Densidad de potencia (W/m^2)	Densidad de potencia (W/m^2)
Límites de exposición para la población	5 000	100	4,5	9	10
Límites de exposición ocupacionales	10 000	500	22,5	45	

ICNIRP, CEM guidelines, Health Physics 74, 494-522 (1998)

Los límites de exposición recomendados de algunos países de la ex Unión Soviética y los de países occidentales pueden llegar a diferenciarse en un factor de más 100. Con la mundialización del comercio y la rápida penetración de las telecomunicaciones en todo el mundo, ha surgido la necesidad de disponer de normas universales. Ahora que muchos países de la ex Unión Soviética están planteándose adoptar normas nuevas, la OMS ha puesto en marcha recientemente una iniciativa para armonizar las directrices sobre exposición a las radiaciones en todo el mundo. Las normas futuras se basarán en los resultados del Proyecto Internacional sobre campos electromagnéticos de la OMS.

¿En que se basan las directrices?

Un aspecto importante que se debe señalar es que un límite recomendado no define de forma exacta el límite entre la seguridad y el peligro. No existe un nivel único por encima del cual la exposición se convierte en peligrosa para la salud; por el contrario, el riesgo potencial para la salud aumenta de forma gradual conforme aumenta el nivel de exposición de las personas. Las directrices marcan un determinado umbral por debajo del cual la exposición a campos electromagnéticos se considera segura, según los



conocimientos de la ciencia. No se deduce, sin embargo, de forma automática, que por encima del límite indicado la exposición sea perjudicial.

No obstante, para poder fijar los límites de exposición, los estudios científicos deben identificar el umbral en el que se manifiestan los primeros efectos sobre la salud. Como no pueden hacerse experimentos con seres humanos, las directrices deben basarse en estudios con animales. Frecuentemente, se producen en los animales cambios sutiles de comportamiento a niveles bajos de exposición que preceden a cambios drásticos en la salud con niveles altos. El comportamiento anormal es un indicador muy sensible de la existencia de una respuesta biológica; este comportamiento anormal se ha seleccionado como el mínimo efecto perjudicial para la salud observable. Las directrices recomiendan prevenir la exposición a campos electromagnéticos a niveles en los que se producen cambios de comportamiento perceptibles.

Este umbral de cambios de comportamiento no es igual al límite recomendado, sino que la ICNIRP aplica un factor de seguridad de 10 en el cálculo de los límites de exposición ocupacionales y un factor de 50 para obtener el valor recomendado para la población general. Así, por ejemplo, en los intervalos de frecuencia de radio y microondas, los niveles máximos que probablemente experimentará en el entorno o en el hogar son al menos 50 veces menores que el umbral en el que se manifiestan los primeros cambios de comportamiento en animales.

¿Por qué es el factor de seguridad que se aplica para los límites de exposición ocupacional recomendados menores que el correspondiente a la población general?

La población expuesta en el trabajo está formada por adultos que generalmente están sometidos a condiciones de campos electromagnéticos conocidas. Estos trabajadores reciben formación sobre los riesgos potenciales y sobre cómo tomar precauciones adecuadas. En cambio, en la población general hay personas de todas las edades y con diversos estados de salud que en muchos casos no saben que están expuestos a CEM. Además, no se puede esperar que todas las personas de la población general tomen precauciones para minimizar o evitar la exposición. Estos son los motivos por los que los límites de exposición para la población general son más estrictos que los límites para la población expuesta por motivos ocupacionales.

Como hemos explicado antes, los campos electromagnéticos de frecuencia baja inducen corrientes en el organismo (véase el apartado titulado ¿Qué ocurre cuando nos exponemos a campos electromagnéticos?). Pero también generan corrientes diversas reacciones bioquímicas del propio organismo. Las células o tejidos no podrán detectar ninguna corriente inducida por debajo de este nivel de fondo. En consecuencia, a frecuencias bajas, las directrices aseguran que las corrientes inducidas por los campos electromagnéticos son menores que las corrientes naturales del organismo.

El principal efecto de la energía electromagnética es el calentamiento de los tejidos. En consecuencia, los límites recomendados de exposición a campos de radiofrecuencia y de microondas se establecen con el fin de prevenir los efectos sobre la salud ocasionados por el calentamiento localizado o de todo el organismo (véase el apartado ¿Qué ocurre cuando nos exponemos a campos electromagnéticos?). El cumplimiento de las directrices asegura que los efectos de calentamiento son suficientemente pequeños para que no sean perjudiciales.

Lo que las directrices no pueden contemplar...

Las directrices o normas no se pueden establecer actualmente basándose en especulaciones sobre los posibles efectos a largo plazo sobre la salud.

Del conjunto de los resultados de todas las investigaciones no puede deducirse que los campos electromagnéticos produzcan efectos a largo plazo sobre la salud, como el cáncer. Los organismos nacionales e internacionales fijan y actualizan las normas basándose en los conocimientos científicos más avanzados, con el fin de proteger contra los efectos sobre la salud conocidos.

Las directrices se establecen para la población media y no pueden tener en cuenta directamente las necesidades de una minoría de personas potencialmente más sensibles. Por ejemplo, las directrices sobre



contaminación atmosférica no se basan en las necesidades especiales de las personas asmáticas. De forma similar, las directrices sobre campos electromagnéticos no están diseñadas para proteger a las personas de las interferencias en los dispositivos electrónicos médicos implantados, como los marcapasos cardíacos. Por el contrario, estas personas deben solicitar a los fabricantes y al médico que ha implantado el dispositivo que les asesore sobre el tipo de exposiciones que deben evitar.

Algunos datos prácticos le ayudarán a comprender los valores de los directrices internacionales antes indicados. El siguiente cuadro indica las fuentes más comunes de campos electromagnéticos. Todos los valores son niveles máximos de exposición de la población; usted estará probablemente sometido a una exposición mucho menor. Para un examen más detallado de las intensidades de los campos del entorno de aparatos eléctricos concretos, véase la sección titulada Niveles de exposición típicos en el hogar y en el medio ambiente.

Fuente	Exposición máxima típica de la población	
	Campo eléctrico (V/m)	Densidad de flujo magnético (μ T)
Campos naturales	200	70 (campo magnético terrestre)
Red eléctrica (en hogares que no están próximos a líneas de conducción eléctrica)	100	0,2
Red eléctrica (bajo líneas principales de conducción eléctrica)	10 000	20
Trenes y tranvías eléctricos	300	50
Pantallas de televisión y computadora (en la posición del usuario)	10	0,7
	Exposición máxima típica de la población (W/m^2)	
Transmisores de televisión y radio	0,1	
Estaciones base de telefonía móvil	0,1	
Radares	0,2	
Hornos de microondas	0,5	

Fuente: Oficina Regional de la OMS para Europa

¿Son perjudiciales los niveles de exposición superiores a los límites recomendados?

Es completamente seguro comer confitura de fresa hasta la fecha de caducidad indicada en el tarro, pero el fabricante no puede garantizar una buena calidad del producto si consume la confitura en una fecha posterior. No obstante, normalmente, la confitura se podría consumir sin riesgo hasta incluso unas semanas o meses después de la fecha de caducidad. De forma similar, las directrices sobre campos electromagnéticos aseguran que, si no se sobrepasa el límite de exposición establecido, no se producirán efectos perjudiciales para la salud. Sobre el nivel que se sabe que produce un efecto sobre la salud, se aplica un factor de seguridad elevado. Por consiguiente, incluso si una persona se viera sometida a



intensidades de campos varias veces mayores que el límite establecido, la exposición que experimentarían estaría dentro de este margen de seguridad.

En situaciones cotidianas, la mayoría de las personas no se ven expuestas a campos electromagnéticos superiores a los límites recomendados. Los niveles de exposición típicos son muy inferiores a estos límites. Sin embargo, en ocasiones, una persona puede exponerse, durante un período corto, a niveles que se aproximan o incluso superan los niveles recomendados. Según la ICNIRP, para tener en cuenta los efectos acumulados, la exposición a los campos de frecuencia de radio y de microondas se debe calcular como promedio durante un determinado período; las directrices establecen que dicho período debe ser de seis minutos y se consideran aceptables las exposiciones a corto plazo superiores a los límites.

En cambio, según las directrices, la exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia baja no se calcula como promedio en el tiempo. Para complicar aún más el asunto, se incorpora otro factor llamado acoplamiento. El acoplamiento se refiere a la interacción entre los campos eléctricos y magnéticos y el cuerpo expuesto a la radiación; es función del tamaño y forma del cuerpo, el tipo de tejido y la orientación del cuerpo con respecto al campo. Las directrices deben ser conservadoras: la ICNIRP siempre supone un acoplamiento máximo del campo a la persona expuesta. Por consiguiente, los límites recomendados proporcionan una protección máxima. Por ejemplo, aunque las intensidades del campo magnético de las secadoras de pelo y de las máquinas de afeitar superan aparentemente los valores recomendados, el acoplamiento extremadamente débil entre el campo y la cabeza impide la inducción de corrientes eléctricas que podrían superar los límites recomendados.

Puntos clave

- Las directrices de la ICNIRP se basan en los conocimientos científicos actuales. La mayoría de los países se basa en estas directrices internacionales para establecer sus propias normas nacionales.
- Las normas sobre campos electromagnéticos de frecuencia baja aseguran que las corrientes eléctricas inducidas están por debajo del nivel normal de las corrientes de fondo en el interior del organismo. Las normas para campos de frecuencia de radio y de microondas impiden los efectos sobre la salud ocasionados por el calentamiento localizado o general del organismo.
- Las directrices no protegen contra la posible interferencia con dispositivos médicos electrónicos.
- Los niveles de exposición máximos en la vida cotidiana están normalmente muy por debajo de los límites recomendados.
- Debido a la aplicación de un factor de seguridad elevado, una exposición superior a los límites recomendados no es necesariamente perjudicial para la salud. Además, la determinación del promedio en el tiempo para campos de frecuencia alta y la hipótesis de un acoplamiento máximo para los campos de frecuencia baja introducen un margen de seguridad adicional

Medidas de precaución

Con el creciente volumen de resultados de investigación disponibles, cada vez resulta menos probable que la exposición a campos electromagnéticos constituya un peligro para la salud, aunque sigue existiendo cierto grado de incertidumbre. El debate científico inicial, centrado en la interpretación de resultados controvertidos, se ha transformado en una cuestión social y política. El debate público sobre los campos electromagnéticos se centra en los posibles efectos perjudiciales de los campos electromagnéticos, pero con frecuencia no tiene en cuenta las ventajas que proporcionan las tecnologías asociadas a los campos electromagnéticos. Sin electricidad, la sociedad se paralizaría. De forma similar, la difusión de radio y televisión y las telecomunicaciones se han convertido en un hecho cotidiano de la vida moderna. Es fundamental sopesar los costos y los posibles peligros.

Existen estudios sanitarios? Hace más de 25 años los investigadores rusos afirmaron que la radiación de microondas altera la permeabilidad cerebral: la glucosa de la sangre y las proteínas penetran en el cerebro. Según los investigadores rusos la alteración de la salud por radiación de microondas es irreversible si se emite durante años y se manifiesta a largo-plazo

Protección de la salud pública



El objeto de las directrices internacionales y normas de seguridad nacionales sobre campos electromagnéticos se han elaborado basándose en los conocimientos científicos actuales con el fin de asegurar que las personas no se exponen a campos que puedan ser perjudiciales para la salud. Para compensar incertidumbres en el conocimiento (ocasionado, por ejemplo, por los errores experimentales, extrapolación de animales hacia los seres humanos, o incertidumbre estadística), los grandes factores de seguridad se incorporan dentro de los límites de la exposición. Las directrices y normas se revisan de forma periódica y se actualizan en caso necesario. Se ha sugerido que, mientras la ciencia mejora su conocimiento de las consecuencias para la salud, puede ser recomendable aumentar las precauciones para enfrentarse a las incertidumbres que aún existen. Sin embargo, el tipo y magnitud de la política de precaución que se adopte dependerá fundamentalmente de si existen resultados sólidos que indiquen la existencia de un riesgo para la salud y de la escala y naturaleza de las posibles consecuencias. La respuesta de precaución debe ser proporcional al riesgo potencial. Se han desarrollado varias políticas que fomentan la precaución con el fin de abordar las cuestiones de salud y seguridad pública, ocupacional y medioambiental relacionadas con agentes químicos y físicos.

¿Qué se debe hacer mientras continúan las investigaciones?

Uno de los objetivos del Proyecto Internacional CEM es ayudar a las autoridades nacionales a sopesar las ventajas del uso de tecnologías que generan campos electromagnéticos frente a la posibilidad de que se descubra algún riesgo para la salud. Además, la OMS propondrá recomendaciones sobre medidas de protección, si fueran necesarias. La terminación, evaluación y publicación de las investigaciones necesarias llevará varios años. Entretanto, la Organización Mundial de la Salud ha propuesto las siguientes recomendaciones:

- Observancia rigurosa de las normas de seguridad nacionales o internacionales existentes. Estas normas, basadas en los conocimientos actuales, se han diseñado para proteger a todas las personas de la población, con un factor de seguridad elevado.
- Medidas de protección sencillas. La presencia de barreras en torno a las fuentes de campos electromagnéticos intensos ayudan a impedir el acceso no autorizado a zonas en las que puedan superarse los límites de exposición.
- Consulta a las autoridades locales y a la población sobre la ubicación de nuevas líneas de conducción eléctrica o estaciones base de telefonía móvil. Frecuentemente, las decisiones sobre la ubicación de este tipo de instalaciones deben tener en cuenta cuestiones estéticas y de sensibilidad social. La comunicación transparente durante las etapas de planificación de una instalación nueva puede facilitar la comprensión y una mayor aceptación de la sociedad.
- Comunicación. Un sistema eficaz de información y comunicación de aspectos relativos a la salud entre los científicos, gobiernos, industria y la sociedad puede ayudar a aumentar el conocimiento general sobre los programas que abordan la exposición a campos electromagnéticos y a reducir posibles desconfianzas y miedos.

Para más información, véanse los Boletines Informativos de la [OMS sobre Campos Electromagnéticos y Salud Pública](#)

<http://www.icnirp.org>

<http://www.alacel.com>

<http://www.quito.gov.ec/DMMA/gestores/GESTORES%20ACTUALIZADOS.htm>