

Las radiofrecuencias y su impacto en la salud

ALEJO A L.

RESUMEN

No se tienen evidencias firmes al día de hoy que vinculen los teléfonos celulares con los tumores cerebrales u otros serios problemas de salud que se han querido atribuir a las radiaciones emitidas por estos aparatos o por las antenas (estaciones base de telefonía móvil). En la actualidad, en varios países se realizan estudios epidemiológicos en gran escala, cuyos resultados se espera que aporten información más concluyente al respecto. Sin embargo, lo que sí existe, son pruebas claras de que conducir un vehículo utilizando un teléfono distrae casi por completo al conductor y de esta manera plantea un riesgo definido de accidente. Esta situación es fácilmente evitable y en nuestro país está expresamente prohibido por la legislación vigente. Se presentan los resultados más importantes de las investigaciones realizadas a nivel mundial. Por último, se ofrece una lista de consejos para los usuarios de telefonía celular y para la población en general en relación con los campos electromagnéticos, así como recomendaciones para los organismos locales vinculados con la seguridad y salud pública de Sinaloa.

I. DEFINICIONES Y DESCRIPCIÓN DE FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

• La interacción del material biológico con una emisión electromagnética depende de la frecuencia de la emisión. Los rayos X, la energía en radiofrecuencias y campos eléctricos y magnéticos generados por líneas eléctricas, son formas diversas que componen el espectro electromagnético. Cada zona del espectro se caracteriza por su frecuencia. La frecuencia es el número de veces por segundo que un campo electromagnético cambia de dirección y se mide en hertz (Hz), siendo 1 Hz un ciclo (onda) por segundo, y 1 megahertz (MHz) un millón de ciclos (ondas) por segundo.

• La energía eléctrica en muchos países, incluido México, se transmite a 60 Hz. La radio AM tiene una frecuencia alrededor de 1 MHz (1 MHz = 1,000,000 Hz), la radio FM tiene una frecuencia alrededor de 100 MHz, los hornos de microondas tienen una frecuencia de 2,450 MHz (igual a 2.45 gigahertz-GHz), y los rayos X tienen frecuencias por encima de un millón de MHz (un terahertz - THz). Los teléfonos celulares (móviles) operan en una gama de frecuencias entre alrededor de 800 y 2,200 MHz.

• A frecuencias extremadamente altas, características de los rayos X, las partículas electromagnéticas tienen suficiente energía para romper enlaces químicos (ionización). Así es como los rayos X dañan el material genético de las células, produciendo cáncer o malformaciones congénitas. A frecuencias más bajas, como las utilizadas por los teléfonos móviles y sus estaciones base, la energía de las partículas es demasiado baja para romper enlaces químicos. Por esta razón la energía en radiofrecuencias son “no ionizantes”. Como la radiación no ionizante no puede romper enlaces químicos, no existe analogía entre los efectos biológicos de la radiación ionizante (rayos X) y no ionizante (como es la energía en radiofrecuencias).

• Las líneas eléctricas producen radiación no ionizante de forma muy poco significativa, producen campos eléctricos y magnéticos. Al contrario que la radiación no ionizante de las radiofrecuencias, estos campos no radian energía al exterior y dejan de existir cuando se apaga la fuente de energía. No está claro cómo, o incluso si, los campos de las líneas eléctricas producen efectos biológicos; pero si es así, no producen efectos biológicos de la misma manera que

Físico Médico adscrito al Hospital General de Culiacán, comisionado a la UNEME de Oncología Servicios de Salud de Sinaloa, Aldama y Ciudades Hermanas S/N, Col. Guadalupe, Culiacán, Sinaloa Tel. (667) 7125977.
Buzón electrónico: luis_nabor@yahoo.com

Este artículo puede ser consultado en la página de internet www.hgculiacan.com

la energía en radiofrecuencias de alta potencia. No parece haber analogía entre los efectos biológicos de los campos eléctricos y magnéticos de las líneas eléctricas y los de la energía en radiofrecuencias o los de rayos X.

- **Teléfono móvil** (llamado también teléfono celular) es un radio bidireccional monocanal de baja potencia.

- Las **antenas** o estaciones base de telefonía móvil son radios bidireccionales multicanal de baja potencia.

- El **proceso técnico** de comunicación por telefonía móvil, consiste en lo siguiente. Cuando se utiliza un teléfono móvil, la persona (y posiblemente docenas de personas a tu alrededor) se está comunicando con una estación base cercana. Desde esa estación base la llamada telefónica se transfiere a la red normal de cableado telefónico terrestre o a otras estaciones base hasta contactar al destinatario y establecer la comunicación de ida y vuelta por la misma ruta.

- El **proceso biofísico** de la comunicación por telefonía móvil. Puesto que los teléfonos móviles y sus estaciones base son radios bidireccionales, producen energía en radiofrecuencias. De esta manera se comunican y exponen a las personas cercanas a la energía generada. Sin embargo, como los teléfonos como las estaciones base son de baja potencia (de corto alcance), los niveles de exposición a energía en radiofrecuencias producidas por ellos son generalmente muy bajos.

- Se usa el término “energía en radiofrecuencias” para todas las frecuencias entre 3 kHz y 300 GHz. En este espectro, se distinguen dos tipos: ondas de radio, que poseen frecuencias entre 3 kHz y 1 GHz; y microondas, que tienen frecuencias mayores a 1GHz pero menores a 300 GHz. Las ondas electromagnéticas que poseen frecuencias mayores a 300 GHz (y que por lo tanto ya no son radiofrecuencias) son los rayos X.

NOTA 1. La energía en radiofrecuencias generada por algunas antenas (particularmente las de emisoras de radio FM y televisión en VHF) en general son mayores y son más absorbidas por los humanos que las generadas por otras fuentes (tales como antenas de estaciones base de teléfonos móvil). Las antenas de radio FM y televisión emiten entre 100 y 5,000 veces más potencia que las antenas de estaciones base, pero normalmente se instalan en torres mucho más altas (generalmente de 250 a 400 metros).

NOTA 2. Los científicos **NO** están seriamente preocupados por posibles riesgos para la salud derivados de antenas de estaciones base de telefonía móvil. En cambio, existen algunas razones para preocuparse por problemas en la salud humana debidos a los propios teléfonos móviles (celulares) y portátiles. Aunque no es seguro que exista ningún riesgo serio para la salud humana, esta preocupación existe porque las antenas de estos teléfonos transmiten gran parte de la energía en forma de radiofrecuencias a volúmenes muy pequeños del cuerpo del usuario en los que se concentra la radiación, llamados “puntos calientes”.

II. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS ENERGÍAS EN RADIOFRECUENCIAS

Como resultado de una amplia labor investigadora basada en experimentación animal, en modelos humanos artificiales, o en estudios epidemiológicos de personas expuestas, la literatura científica cita diversos efectos producidos en los seres vivos que se exponen a campos electromagnéticos de radiofrecuencias y que se clasifican según su origen en efectos térmicos y efectos no térmicos (Mestre 2004).

II. a. Efectos térmicos

Los principales son: hipertermia, quemaduras, cataratas y esterilidad.

La absorción de la energía electromagnética por los tejidos y su inmediata conversión en calor produce incrementos de temperatura en el interior del cuerpo. A diferencia de una exposición a radiaciones solares o de infrarrojos en que el calor se genera en la superficie, en una exposición a RF-MO, debido a su poder penetrante, el calor también se genera en los tejidos profundos.

Si estos incrementos de temperatura no pueden ser compensados por los mecanismos de termorregulación corporales, como son la vascularización interna y la evaporación del sudor, se produce la hipertermia y el estrés térmico.

Se citan casos de animales que han muerto por hipertermia en exposiciones a varios miles de mW/cm² y otros casos en que se han encontrado lesiones en órganos internos después de exposiciones de larga duración en campos menos intensos.

En el hombre y en los animales son especialmente sensibles a los efectos térmicos las partes transparentes de los ojos que por su bajo riego sanguíneo disipan muy mal el calor.

Un incremento de temperatura en estas partes puede producir una inhibición del proceso de mitosis y diferenciación celular en el cristalino con la consiguiente aparición de cataratas.

Una elevación prolongada de temperatura en los testículos, que en condiciones normales permanecen a 4°C por debajo de la temperatura corporal, podría dañar a las células germinales.

II. b. Efectos no térmicos

Ciertos trastornos se observan sin que medie un incremento significativo de temperatura y por ello se les atribuye un origen no térmico. En estos casos no siempre queda establecida una correlación entre el efecto y la dosis de radiación recibida y, en general se admite que los conocimientos en este terreno deben ser ampliados en un futuro inmediato.

Algunos de estos efectos son:

- Alteraciones celulares, cromosómicas y genéticas.
- Alteraciones del ritmo cardíaco y de la tensión arterial.
- Alteraciones del encefalograma.
- Efectos endócrinos y neuro-endócrinos.
- Efectos hematopoyéticos.

- Efectos sobre la audición.
- Efectos sobre la reproducción y el desarrollo.
- Aumento del flujo de calcio.
- Cambios de comportamiento en los individuos.

III. CONSENSO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA SOBRE RADIOFRECUENCIAS

Como resultado de los estudios científicos relacionados con las radiofrecuencias y su efecto en la salud, después de examinar la literatura publicada sobre los efectos biológicos de la energía en radiofrecuencias, se han encontrado acuerdos en una serie de puntos clave (Moulder 2004):

1. La exposición a energía en radiofrecuencias puede ser peligrosa si es lo suficientemente intensa. Los posibles daños incluyen cataratas, quemaduras de piel, quemaduras internas, agotamiento por calor y golpes de calor. La mayoría de casos que han presentado estos síntomas, han sido en los trabajadores de las compañías de televisión, radiocomunicación y telefonía. Los efectos biológicos de la energía en radiofrecuencias dependen de la tasa de energía absorbida; y dentro de un amplio rango de frecuencias (de 1 a 10.000 MHz), la frecuencia no tiene casi importancia.

2. Los efectos biológicos de la energía en radiofrecuencias son proporcionales a la tasa de energía absorbida; y la duración de la exposición no tiene casi importancia.

3. No se han detectado efectos biológicos consistentes por debajo de una cierta tasa de energía absorbida en todo el cuerpo (denominada Tasa de Absorción Específica, o SAR por sus siglas en inglés) de 4W/kg, equivalente a una densidad de potencia de 100 mW/cm².

4. Las mediciones realizadas en los alrededores de las estaciones base de telefonía celular, de acuerdo con todos los estudios disponibles de los países en que se han efectuado, son de menos de 0.001 mW/cm². Es notorio que están muy por debajo de los límites de densidad de potencia radiada para el público, establecidos por organismos internacionales, que son de 1.0 mW/cm² para emisiones entre 1,800-2,000 MHz o 0.57 mW/cm² para emisiones entre 800-1,000 MHz.

IV. NORMAS SOBRE RADIACIONES NO IONIZANTES

La comunidad científica internacional, está de acuerdo en que la potencia generada por estas antenas de estaciones base de telefonía móvil es demasiado baja para producir riesgos para la salud, mientras la gente se mantenga alejada del contacto directo con estas antenas. Se considera que 8 metros es la distancia máxima a la que se puede acercar una persona del público en general estando a la altura de la parte superior de la antena, para no arriesgarse a sufrir algún daño.

Existen recomendaciones de seguridad internacionales

sobre exposición del público a la energía en radiofrecuencias producida por las antenas de estaciones base de telefonía móvil. Las normas más ampliamente aceptadas son las desarrolladas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y el Instituto Nacional de Normativa de Estados Unidos (American National Standards Institute) (ANSI/IEEE), la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP), y el Consejo Nacional de Protección y Medidas Radiológicas de Estados Unidos (National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP).

La norma oficial mexicana NOM-013-STPS-1993 establece las medidas preventivas y de control en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes para prevenir los riesgos a la salud de los trabajadores que implican la exposición a dichas radiaciones. Actualmente no existe en México una norma para el público en general con respecto a las radiaciones no ionizantes.

El criterio internacional de la comunidad médica y científica indica que los límites de exposición a radiaciones no ionizantes para público en general deben ser 1/5 (en algunos países 1/10) del límite máximo indicado para el personal ocupacionalmente expuesto (POE), es decir los trabajadores de los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

V. MEDIDAS DE SEGURIDAD, ORGANIZACIÓN Y SALUD PÚBLICA SOBRE RADIOFRECUENCIAS

La protección de las personas contra los efectos no deseados de la acción biológica de los campos electromagnéticos (CEM), en particular los CEM que producen energías en radiofrecuencias, se conforma de medidas y actividades de tres tipos: Organización; Ingeniería y Tecnología; y Salud Pública (prevención, tratamiento y control de enfermedades y síntomas).

V. a. Medidas organizativas de seguridad y protección

Las actividades organizativas consisten en la elección de los regímenes de trabajo de cada equipo de emisión, que garantice un nivel de radiación dentro de los límites permisibles establecidos por las normas; delimitar el lugar y el tiempo de permanencia de las personas en la zona de actividad del CEM (Protección Tiempo y Distancia), señalamiento y cercado de las zonas con nivel elevado del CEM.

Protección por Tiempo. Consiste en reducir al mínimo el tiempo de exposición de una persona determinada a la radiación del CEM. Se utiliza cuando no hay posibilidad de reducir la intensidad de la radiación en un punto dado hasta el límite del nivel permisible.

Protección por Distancia. Se basa en la caída de la intensidad de radiación, la cual es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Este mecanismo se utiliza si no es posible debilitar el CEM por otros métodos, incluida la protección por tiempo. La protección por distancia es el fundamento de la reglamentación de zonas de radiación para la separación o cercado necesarios entre las fuentes de CEM y los edificios, casas, oficinas y demás bienes muebles e inmuebles. Para cada instalación que irradie energía electromagnética, deben determinarse las zonas de protección sanitaria en las cuales la intensidad del CEM supere los límites de los niveles permisibles. Las fronteras o límites de la zona se determinan mediante cálculos para cada caso concreto de ubicación de una instalación bajo condiciones de trabajo a máxima potencia y se controlan con aparatos.

V. b. Medidas de ingeniería y tecnología

Las actividades de protección con ingeniería y tecnología se basan en el uso del fenómeno de aislamiento o blindaje de los CEM directamente en los lugares de ocupación humana en acciones de limitación de los parámetros de emisión de la fuente del campo. Esto último, por regla general, se realiza en el estadio de desarrollo del producto que servirá de fuente del CEM.

Se tienen dos tipos de aislamiento o blindaje: de la fuente de CEM con respecto a la gente al revés, de la gente respecto a la fuente de CEM. Las propiedades protectoras de los blindajes o materiales aislantes se basan en el efecto de debilitamiento de la intensidad y en la distorsión del campo eléctrico en el espacio cercano a un objeto metálico que "hace tierra". Con respecto al campo eléctrico de frecuencia industrial, creado por los sistemas de transmisión de energía eléctrica, el aislamiento se realiza por medio del establecimiento de zonas de protección sanitaria para las líneas de transmisión eléctrica, así como con la disminución de la intensidad del CEM en las viviendas y en lugares de posible ocupación prolongada de gente, por medio de blindajes. La protección respecto del campo magnético de frecuencia industrial, se logra únicamente en la fase de desarrollo del producto o proyección de objeto; como regla se alcanza reducir el nivel del campo a expensas de compensación vectorial, debido a que otros métodos de reducción son muy complicados y caros.

En el blindaje de CEM que emiten energías en radiofrecuencias se utilizan materiales radio reflejantes o radio absorbentes.

V. c. Medidas de tratamiento y prevención

La seguridad terapéutica y profiláctica incluye las siguientes medidas:

- Organización y conducción del control de las normas higiénicas, regímenes de trabajo del POE y trabajadores que eventualmente dan servicio a la fuente del CEM.

- Dar seguimiento al desarrollo de enfermedades ocupacionales causadas por los factores desfavorables del medio.
- Desarrollar medidas para mejorar las condiciones de trabajo y el modo de vida del personal, para incrementar la estabilidad del organismo de los trabajadores en su interacción con los factores desfavorables del medio.

Estas medidas forman parte de la norma NOM-013-STPS-1993. Actualmente no existe en Sinaloa un programa de investigación para establecer medidas de reconocimiento, evaluación y control de los posibles efectos de la radiación electromagnética no ionizante en la población en general, por lo que se sugiere crearlo. El desconocimiento de la magnitud de los probables efectos no térmicos indicados líneas arriba (punto II. b), obliga a realizar esfuerzos de la comunidad científica, de la Secretaría de Salud y de las empresas involucradas, para avanzar en la caracterización de los efectos de pequeños campos electromagnéticos no ionizantes en la salud humana, su delimitación y el mejoramiento de las medidas profilácticas y de control al respecto.

VI. RECOMENDACIONES PARA EL PÚBLICO

VI. a. Consejos prácticos para un usuario de teléfono celular

No lleve nunca el celular encendido contra el cuerpo. Es decir, no lo lleve en un cinturón o un bolsillo. Llévelo siempre en una cartera o portafolios que no estén apoyados contra el cuerpo.

No permita que los niños utilicen celulares, a menos que sea para una emergencia. Recordar que no es un juguete para los más pequeños.

Los teléfonos celulares interfieren con los equipos médicos, tales como monitores de actividad cardíaca y ventiladores. Por esta razón en muchos hospitales está prohibido su uso, también pueden afectar marcapasos y audífonos. Evite guardarlo en el bolsillo cercano a su pecho, debería ser aclarado en forma destacada en los manuales de teléfonos celulares.

Procure no utilizar de manera continua este medio de comunicación, si es necesario su uso, pregunte en la empresa de telecomunicaciones que le vende el servicio si el teléfono tiene algún aditamento que disminuya la emisión de microondas o si está cumpliendo con las normas reglamentarias de radiación.

En el momento de comprar el celular, elija el modelo con menor potencia, pregunte a su vendedor, como usuarios lo debemos saber y el fabricante lo debe informar.

No hable más de dos minutos, si le es posible siga su conversación por una línea fija. Emocionalmente es poco saludable, ya que tiende a aislarlo del mundo que lo rodea.

Cuando entre a una reunión apague su teléfono celular, cada vez resulta mas molesto para los demás seguir la línea de comunicación con constantes interrupciones. No

espere que se lo soliciten, adopte la acción como un modo de convivencia.

Apague siempre su celular en todo espectáculo o teatro.

En el momento de elegir vivienda nueva, es importante que escoja un lugar donde no haya cerca torres repetidoras, las cuales emiten microondas de manera permanente.

Si va a entablar conversación por celular cuando está manejando, es mejor que estacione el auto en un lugar seguro, y de esta manera concentrarse sólo en la charla.

Uno de los efectos adversos más importantes observados con el uso de los teléfonos móviles, es el incremento en el número de accidentes vehiculares. Datos estadísticos reportan que el riesgo de accidentalidad en las personas que hablan por celular mientras conducen, aumenta hasta cuatro veces con respecto a personas que no utilizan este medio de comunicación o las que deciden parar el auto en el momento de iniciar una conversación. Tampoco se ha observado algún beneficio con el uso del celular en la posibilidad de “manos libres”, porque de todos modos la concentración durante la comunicación es menor.

Evite hacer o tomar llamadas cuando la señal es débil o haya interferencia pues el celular está emitiendo mayor radiación cuando intenta comunicarse con una señal débil.

VI. b. Rusia aplica el Principio de Precaución

El Comité Nacional Ruso de Defensa contra la Radiación No-Ionizante (RNCNIRP, por sus siglas en inglés) aconseja un poco más a fondo sobre la seguridad en los aparatos de radiofrecuencias.

El RNCNIRP presenta los siguientes consejos sobre el uso seguro de los teléfonos móviles y hornos de microondas. Estas recomendaciones están basadas en el principio de precaución de la Organización Mundial de la Salud, estudios científicos y médicos, revisados y recomendados por los científicos y las expertas opiniones de los miembros del RNCNIRP (Grigoriev, 2003).

1. Los niños de menos de 16 años no deberían usar

teléfonos móviles.

2. Las mujeres embarazadas no deberían usar teléfonos móviles.

3. Los que padecen las determinadas enfermedades y desórdenes que se indican no deberían usar teléfonos móviles: enfermedades neurológicas como neurastenia, psicopatía, psicastenia y todas las neurosis con astenia, desórdenes obsesivos, histéricos y reducción de la actividad mental, física, pérdida de memoria, alteraciones del sueño, epilepsia y síndrome epiléptico, predisposición epiléptica.

4. La duración de las llamadas debería estar limitada al máximo de tres minutos, y después de hacer una llamada el usuario debería esperar como mínimo 15 minutos antes de realizar otra llamada. Se recomienda el uso de auriculares y manos libres. Los fabricantes y detallistas de teléfonos móviles deberían incluir informaciones junto con las especificaciones de uso.

5. Recomendaciones de distancia para los hornos de microondas. En el uso de los hornos de microondas, se recomienda que después de programar y en cuanto pulse la orden para el inicio de la emisión de microondas, no se encuentre nadie en ningún momento a una distancia menor de 1.5 m hasta que termine la emisión.

VII. CONCLUSIONES

1. Con el fin de atender los reclamos de la población y su preocupación fundada sobre posibles daños a la salud, es pertinente establecer un Programa Interdisciplinario de Investigación sobre las radiaciones no ionizantes y sus efectos en la población en general, enfocado a los sectores que habitan alrededor de fuentes de energía en radiofrecuencias.

2. Con ayuda de medios masivos de comunicación, sería muy conveniente dar a conocer a la población sinaloense la información básica y las recomendaciones aquí expuestas, para evitar malentendidos, propiciar una mayor comprensión de los fenómenos electromagnéticos y el mejoramiento de las medidas.

Bibliografía

- Moulder, John E., Antenas Base de Telefonía Móvil (Teléfonos Celulares) y Salud, en Internet <http://www.mcw.edu/gcroc/cop/telefonos-moviles-salud/toc.html>, (Medical College of Wisconsin, Estados Unidos), 2004.
- Mestre Rovira, Josep, NTP 234, Exposición a radiofrecuencias y microondas (I). Evaluación, http://www.mtas.es/Insh/ntp/ntp_234.htm, (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España), 2003.
- Recomendaciones de la Fundación para el Desarrollo Sustentable (Argentina), Uso seguro o abuso de teléfonos celulares, <http://www.fundacion-sustentable.org>, 2006.
- Grigoriev, Yuri, Reunión de RNCNIRP, Rusia, Abril 2003.
- Normas de la STPS (México), NOM-013-STPS-1993.