

Nota descriptiva n° 183

Mayo 1998

## CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD PÚBLICA

### Efectos de los campos de radiofrecuencias en la salud

Los **campos de radiofrecuencias** forman parte del espectro electromagnético. Para los fines del Proyecto Internacional CEM, se denominan así los campos comprendidos en un intervalo de frecuencias de **300 Hz** (0,3 kHz) a **300 Ghz**. Las fuentes naturales y artificiales generan campos de diferentes frecuencias.

Entre las fuentes comunes de campos de radiofrecuencias cabe citar las siguientes: monitores y pantallas (3 - 30 kHz), aparatos de radio de amplitud modulada (30 kHz - 3 Mhz), calentadores industriales por inducción (0,3 - 3 MHz), termoselladores, aparatos para diatermia quirúrgica (3 - 30 Mhz), aparatos de radio de frecuencia modulada (30 - 300 Mhz), teléfonos móviles, receptores de televisión, hornos microondas, aparatos para diatermia quirúrgica (0,3 - 3 Ghz), aparatos de radar, dispositivos de enlace por satélite, sistemas de comunicaciones por microondas (3 - 30 Ghz) y radiaciones solares (3 - 300 Ghz).

Los campos de radiofrecuencias son **radiaciones no ionizantes**. A diferencia de los rayos X y gamma, son demasiado débiles para romper los enlaces que mantienen unidas las moléculas en las células y, de ese modo, producen ionización. Sin embargo, los campos de radiofrecuencias pueden causar diferentes efectos en sistemas biológicos tales como células, plantas, animales o seres humanos. Esos efectos dependen de la **frecuencia e intensidad** del campo. Ahora bien, no todos ellos son perjudiciales para la salud.

- Los **campos de radiofrecuencias de más de 10 Ghz** son absorbidos por la superficie de la piel, y es muy poca la energía que llega hasta los tejidos interiores.

\* La cantidad dosimétrica básica para campos de radiofrecuencias de más de 10 Ghz es la **intensidad** del campo medida como **densidad de potencia** en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ) o, para campos más débiles, en milivatios por metro cuadrado ( $mW/m^2$ ) o en microvatios por metro cuadrado ( $uW/m^2$ ).

\* Para que la exposición a campos de más de 10 Ghz produzca efectos perjudiciales para la salud, tales como catarata ocular y quemaduras cutáneas, se requieren densidades de potencia **superiores a 1000  $W/m^2$** .

Esas potencias, que no tienen lugar en la vida diaria, se producen en las inmediaciones de radares potentes, pero las normas vigentes en materia de exposición prohíben la presencia humana en esas zonas.

- Los **campos de radiofrecuencias de 1 Mhz a 10 Ghz** penetran en los tejidos expuestos y producen **calentamiento** debido a la **absorción de energía** realizada. La profundidad de penetración del campo de radiofrecuencias en el tejido depende de la frecuencia del campo, siendo mayor en el caso de frecuencias bajas.

\* La **absorción** por los tejidos de **energía** procedente de los campos de radiofrecuencias se mide como **coeficiente de absorción específica** en una masa tisular determinada. La unidad de absorción específica es el **vatio por kilogramo (W/kg)**. El **coeficiente de absorción específica** es la cantidad dosimétrica básica para campos de radiofrecuencias **de 1 Mhz a 10 Ghz aproximadamente**.

\* Para que se produzcan efectos perjudiciales para la salud en las personas expuestas a campos situados en este intervalo de frecuencia, se necesita un **coeficiente de absorción específica** de **4 W/kg**. Esos niveles de energía se encuentran a decenas de metros de potentes antenas de frecuencia modulada, situadas en el extremo de altas torres es decir, en zonas inaccesibles.

\* **La mayor parte de los efectos perjudiciales para la salud** que pueden producirse por la exposición a campos de radiofrecuencias **de 1 Mhz a 10 Ghz se asocian a respuestas a procesos de calentamiento inducido, cuyo resultado son aumentos de la temperatura tisular o corporal superiores a 11 C.**

\* El **calentamiento inducido** en los tejidos corporales puede provocar diversas **respuestas fisiológicas** y **termorreguladoras**, en particular una menor capacidad para desempeñar tareas mentales o físicas a medida que aumenta la temperatura corporal. Efectos similares se han constatado en personas sometidas a estrés calórico, por ejemplo las que trabajan en condiciones de calor excesivo o padecen estados febriles prolongados.

\* El calentamiento inducido puede afectar al **desarrollo del feto**. Para que se produzcan **anomalías congénitas** es necesario que la temperatura del feto aumente **de 21 C a 31 C** durante horas. El calentamiento inducido puede afectar también a la **fecundidad masculina** y favorecer la aparición de **opacidades oculares** (catarata).

\* *Es importante destacar que en la mayor parte de los estudios relativos a frecuencias superiores a 1 Mhz se examinaron los resultados de la exposición por corto tiempo a campos de intensidad elevada, un tipo de exposición que no suele ocurrir en la vida diaria.*

- Los **campos de radiofrecuencias de menos de 1 Mhz** no producen calentamientos apreciables. Más bien inducen **corrientes y campos eléctricos** en los tejidos, que se miden en función de la **densidad de corriente** en **amperios por metro cuadrado (A/m<sup>2</sup>)**. La densidad de corriente es la cantidad dosimétrica básica para campos con frecuencias

**inferiores a 1 Mhz, aproximadamente.**

\* Las numerosas reacciones químicas inherentes a los procesos vitales se asocian a corrientes normales "básicas" de unos **10 mA/m<sup>2</sup>**.

\* Las densidades de corriente inducida que excedan de **100 mA/m<sup>2</sup>** como mínimo pueden perturbar el funcionamiento normal del organismo y causar contracciones musculares involuntarias.

- Se han notificado otros efectos para el organismo causados por la exposición a **campos de radiofrecuencias de baja intensidad** presentes en el entorno vital, pero, o no se han confirmado mediante nuevos estudios de laboratorio, o sus consecuencias para la salud se desconocen. Sin embargo, la información notificada ha suscitado gran preocupación por el posible aumento del riesgo de cáncer. Por ese motivo, se está supervisando y evaluando en el marco del **Proyecto Internacional CEM**.
- **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.**

\* **Los estudios sobre el cáncer realizados en animales no han aportado datos convincentes sobre una mayor incidencia de tumores.** Según un reciente estudio, los campos de radiofrecuencias similares a los utilizados en las telecomunicaciones móviles aumentan la incidencia del cáncer en ratones modificados genéticamente que hayan estado expuestos en la proximidad (0,65 m) de una antena de transmisión de radiofrecuencias. Se emprenderán nuevos estudios para determinar la relación de esos resultados con el cáncer en el ser humano.

\* En muchos estudios epidemiológicos (sobre **salud humana**) se ha examinado la posible relación entre la exposición a campos de radiofrecuencias y el riesgo excesivo de cáncer. Hasta la fecha, esos estudios no aportan información suficiente para evaluar con propiedad el riesgo de cáncer causado en el ser humano por la exposición a radiofrecuencias, ya que los resultados que presentan son contradictorios. Este hecho puede explicarse por las diferencias en el diseño, la ejecución y la interpretación de los estudios, en particular en la identificación de poblaciones notablemente expuestas a la acción de radiofrecuencias y en la evaluación retrospectiva de esa exposición. El Proyecto Internacional CEM fomenta la coordinación de las investigaciones en ese sector.

- Se ha notificado que la **exposición a campos de radiofrecuencias de baja intensidad**, insuficiente para producir calentamiento, altera la actividad eléctrica del cerebro en gatos y conejos, al modificar la movilidad de los iones de calcio. Este efecto se ha constatado asimismo en tejidos y células aislados. Otros estudios han sugerido que la acción de los campos de radiofrecuencias cambia el ritmo de proliferación de las células, altera la actividad de enzimas o afecta al ADN celular. Sin embargo, esos efectos no están bien demostrados, ni sus consecuencias

para la salud humana se conocen lo suficiente como para restringir por ese motivo la exposición humana.

- **Interferencia electromagnética y otros efectos:** Los teléfonos móviles, al igual que otros muchos aparatos electrónicos de uso común, pueden causar **interferencias** en otros equipos eléctricos. Por ello, se debe obrar con precaución al utilizar esos teléfonos, en particular en las proximidades de equipo electromédico sensible usado en unidades hospitalarias de cuidados intensivos. En raras ocasiones, los teléfonos móviles pueden asimismo causar interferencias en otros aparatos médicos, tales como marcapasos cardiacos y audífonos. Los individuos que utilicen esos aparatos deben ponerse en contacto con su médico para determinar la sensibilidad de sus productos a esos efectos.
- Los campos de radiofrecuencias procedentes de **fuentes naturales** tienen potencias específicas muy bajas. Así, la intensidad de los **rayos solares** -la principal fuente natural- es **inferior a  $0,01 \text{ mW/m}^2$** . Las **fuentes artificiales**, que emiten la mayoría de los campos de radiofrecuencias existentes en el entorno inmediato, pueden dividirse según se localicen en **la comunidad, el hogar o el lugar de trabajo:**

\* **Comunidad:** La mayor parte de los campos de radiofrecuencias observados en el entorno proceden de **receptores de radio y televisión** comerciales y de **equipos de telecomunicaciones**. La exposición a radiofrecuencias emitidas por estos equipos es, en general, inferior a la relativa a los aparatos de radio o televisión. Según un estudio realizado en los Estados Unidos de América, el **promedio básico** de los niveles de radiofrecuencias registrados en **grandes ciudades** se situó **en torno a  $50 \text{ uW/m}^2$** . Aproximadamente, el 1% de la población de las grandes ciudades se halla expuesto a campos de radiofrecuencias **superiores a  $10 \text{ mW/m}^2$** . En zonas situadas en las inmediaciones de emplazamientos de transmisores o sistemas de radar se pueden registrar niveles más elevados.

\* **Hogar:** Entre las fuentes domésticas de radiofrecuencias figuran los hornos de microondas, los teléfonos móviles, los dispositivos de alarma antirrobo, las pantallas y los televisores. Los hornos de microondas, que en principio podrían originar niveles de radiofrecuencias muy elevados, están sujetos a normas de calidad del producto que limitan las fugas. En general, el nivel básico de radiofrecuencias de los aparatos electrodomésticos es bajo, de **unas cuantas decenas de  $\text{uW/m}^2$** .

\* **Lugar de trabajo:** Existen varios procesos industriales que utilizan campos de radiofrecuencias, como por ejemplo los calentadores dieléctricos empleados para laminación de maderas y sellado de plásticos; los calentadores por corrientes de inducción y los hornos de microondas para uso industrial; el equipo de diatermia quirúrgica para tratar el dolor y la inflamación de tejidos orgánicos; y los aparatos de electrocirugía para cortar y soldar tejidos. Existe la posibilidad de que el personal que trabaja con esos sistemas sufra una exposición excesiva, especialmente en las actividades relacionadas con el calentamiento o sellado industriales mediante radiofrecuencias o con el manejo de unidades de diatermia quirúrgica. Los campos de

radiofrecuencias en las proximidades del equipo utilizado en el lugar de trabajo pueden ser superiores a varias **decenas de W/m<sup>2</sup>**. Todos esos niveles de exposición están reglamentados a nivel nacional e internacional.

\* Las personas que trabajan en los sectores de la **radiodifusión**, del **transporte** y de las **comunicaciones**, cuando realizan su actividad **muy cerca** de antenas transmisoras de radiofrecuencias y sistemas de radar, pueden estar expuestas a campos de intensidad relativamente elevada. Un importante subgrupo de esos trabajadores es el **personal militar**. En la mayoría de los países, la utilización para fines civiles y militares de los campos de radiofrecuencias está sujeta a una normativa estricta.

- **Normas de seguridad:** Para asegurar que los aparatos emisores de radiofrecuencias sean seguros y que su uso no interfiera con el de otros aparatos, se han adoptado normas internacionales. La **Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (CIPRNI)**, organización no gubernamental reconocida oficialmente por la OMS, ha establecido los límites admisibles de la exposición a campos de radiofrecuencias. Las directrices de la CIPRNI se prepararon sobre la base del examen colegiado de todas las publicaciones científicas, incluidas las relativas a los efectos térmicos y no térmicos. **Los límites admisibles de campos de radiofrecuencias se sitúan muy por encima de los niveles observados en el entorno vital.** Las normas se basan en la evaluación de los efectos biológicos que, según se ha demostrado, tienen consecuencias para la salud. El objetivo del Proyecto Internacional CEM es determinar si los efectos biológicos notificados en relación con la exposición a campos de radiofrecuencias de poca intensidad resultan perjudiciales para la salud. Si se constata esa acción perjudicial, tal vez sea necesario volver a evaluar los límites de la exposición humana.

- 
- *La exposición a campos de radiofrecuencias puede causar calentamiento o inducir corrientes eléctricas en los tejidos orgánicos. El calentamiento es el principal efecto de esos campos a frecuencias elevadas, superiores a 1 Mhz, aproximadamente. Por debajo de esa magnitud, el efecto dominante de la exposición es la inducción de corrientes eléctricas en el organismo.*
  - *Un análisis científico emprendido por la OMS en el marco del Proyecto Internacional CEM (Munich, noviembre de 1996) llegó a la conclusión de que, las publicaciones científicas de actualidad no prueban fehacientemente que la exposición a radiofrecuencias acorte la vida humana, o produzca cáncer o lo favorezca.*
  - *Sin embargo, el mismo análisis insistió asimismo en que se requieren nuevos estudios para trazar un cuadro más completo de los riesgos sanitarios, especialmente de posible riesgo de cáncer asociado a la exposición a bajos niveles de radiofrecuencias.*

---

**Para obtener información de actualidad sobre las actividades y los resultados del Proyecto Internacional CEM, véase la correspondiente página de acceso en: <http://www.who.ch/emf/>.**

Se puede solicitar más información a la unidad Comunicación para la Salud y Relaciones Públicas, de la OMS, en Ginebra. Teléfono: (41 22) 791 2532.  
Fax: (41 22) 791 4858.

Todos los comunicados de prensa, notas descriptivas y artículos de fondo de la OMS, así como otra información sobre este tema, pueden encontrarse en Internet, en la página de acceso de la OMS: <http://www.who.ch>