

## CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD PÚBLICA

### Propiedades físicas y efectos en los sistemas biológicos

La energía electromagnética es emitida en forma de ondas por las fuentes naturales y por numerosas fuentes artificiales. Esas ondas consisten en campos eléctricos y magnéticos oscilantes que se influyen recíprocamente y de diferentes formas con **sistemas biológicos** tales como células, plantas, animales o seres humanos. Para comprender mejor esa influencia recíproca, es indispensable conocer las propiedades físicas de las ondas que constituyen el espectro magnético.

- Las **ondas electromagnéticas** pueden caracterizarse por su **longitud**, **frecuencia** o **energía**. Los tres parámetros se relacionan entre sí. Cada uno de ellos condiciona el efecto del campo sobre un sistema biológico.
  - La **frecuencia** de una onda electromagnética es en definitiva el número de oscilaciones que pasan por un punto en una unidad de tiempo. Se mide en ciclos por segundo, o *hercios*. Un ciclo por segundo equivale a un **hercio (Hz)**. Normalmente, los campos de radiofrecuencias se designan con unidades superiores, en particular el **kilohercio (kHz)**, o mil ciclos por segundo; el **megahercio (Mhz)**, o un millón de ciclos por segundo; y el **gigahercio (Ghz)**, o mil millones de ciclos por segundo.
  - **Cuanto más corta es la longitud de onda, más alta es la frecuencia**. Por ejemplo, el tramo intermedio de una banda de radiodifusión de amplitud modulada tiene una frecuencia de un millón de hercios (1 Mhz) y una longitud de onda de aproximadamente 300 metros. Los hornos de microondas utilizan una frecuencia de 2.450 millones de hercios (2,45 Ghz) y tienen una longitud de onda de 12 centímetros.
  - Una onda electromagnética está formada por paquetes muy pequeños de energía llamados **fotones**. La energía de cada paquete o fotón es directamente proporcional a la frecuencia de la onda: **Cuanto más alta es la frecuencia, mayor es la cantidad de energía** contenida en cada fotón.

***El efecto de las ondas electromagnéticas en los sistemas biológicos está determinado en parte por la intensidad del campo y en parte por la cantidad de energía contenida en cada fotón.***

- Las ondas electromagnéticas de baja frecuencia se denominan "**campos electromagnéticos**", y las de muy alta frecuencia, "**radiaciones electromagnéticas**". Según sea su frecuencia y energía, las ondas electromagnéticas pueden clasificarse en "**radiaciones ionizantes**" o "**radiaciones no ionizantes**".
  - Las **radiaciones ionizantes** son ondas electromagnéticas de frecuencia extremadamente elevada (rayos X y gamma), que contienen energía fotónica suficiente para producir la **ionización** (conversión de átomos o partes de moléculas en iones con carga eléctrica positiva o negativa) mediante la ruptura de los enlaces atómicos que mantienen unidas las moléculas en la célula.
  - Las **radiaciones no ionizantes** constituyen, en general, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es demasiado débil para romper enlaces atómicos. Entre ellas cabe citar la **radiación ultravioleta**, la **luz visible**, la **radiación infrarroja**, los **campos de radiofrecuencias y microondas**, los **campos de frecuencias extremadamente bajas** y los **campos eléctricos y magnéticos estáticos**.
  - Las **radiaciones no ionizantes, aún cuando sean de alta intensidad, no pueden causar ionización en un sistema biológico**. Sin embargo, se ha comprobado que esas radiaciones producen otros efectos biológicos, como por ejemplo calentamiento, alteración de las reacciones químicas o inducción de corrientes eléctricas en los tejidos y las células.
- Las ondas electromagnéticas pueden producir **efectos biológicos** que **a veces, pero no siempre, resultan perjudiciales para la salud**. Es importante comprender la diferencia entre ambos:
  - **Un efecto biológico** se produce cuando la exposición a las ondas electromagnéticas provoca algún cambio fisiológico perceptible o detectable en un sistema biológico.
  - **Un efecto perjudicial para la salud** tiene lugar cuando el efecto biológico sobrepasa la capacidad normal de compensación del organismo y origina así algún proceso patológico.
  - Algunos efectos biológicos pueden ser inocuos, como por ejemplo la reacción orgánica de incremento del riego sanguíneo cutáneo en respuesta a un ligero calentamiento producido por el sol. Algunos efectos pueden ser provechosos, como por ejemplo la sensación cálida de la luz solar directa en un día frío, o incluso beneficiosos para la salud, como es el caso de la función solar en la producción de vitamina D por el organismo. Sin embargo, otros

efectos biológicos, como son las quemaduras solares o el cáncer de piel, resultan perjudiciales para la salud.

- **El Proyecto Internacional CEM de la Organización Mundial de la Salud trata de resolver los problemas sanitarios derivados de la exposición a campos de radiofrecuencias y de microondas, de frecuencias extremadamente bajas, y electrostáticos y magnéticos.** Esos campos electromagnéticos pueden producir distintos efectos biológicos, con las posibles consecuencias para la salud.
  - Es sabido que los **campos de radiofrecuencias** producen **calentamiento** e inducen **corrientes eléctricas**. Asimismo, se han notificado otros efectos biológicos menos probados.
  - Los **campos de radiofrecuencias** de intensidad **superior a 1 Mhz** causan sobre todo **calentamiento**, al desplazar iones y moléculas de agua a través del medio al que éstos pertenecen. Incluso a niveles muy bajos, la energía de las radiofrecuencias produce pequeñas cantidades de calor, que son absorbidas por los procesos termorreguladores normales del organismo sin que el individuo lo perciba.
  - Según varios estudios relativos a esas frecuencias, la **exposición a campos electromagnéticos demasiado débiles para producir calentamiento** puede tener efectos perjudiciales para la salud, en particular cáncer y pérdida de memoria. Uno de los principales objetivos del **Proyecto Internacional CEM** es identificar esos problemas aún sin resolver y promover investigaciones coordinadas sobre ellos.
  - Los **campos de radiofrecuencias** de intensidad **inferior a 1 Mhz aproximadamente** inducen principalmente cargas y corrientes eléctricas que pueden estimular células de tejidos tales como los nervios y los músculos. Las corrientes eléctricas están ya presentes en el organismo como parte normal de las reacciones químicas propias de la vida. Si los campos de radiofrecuencias inducen corrientes que excedan significativamente ese nivel de base en el organismo, es posible que se produzcan efectos perjudiciales para la salud.
- **Campos electricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas.** La acción primordial de estos campos en los sistemas biológicos es la inducción de **cargas y corrientes eléctricas**. Es poco probable que esa acción baste para explicar efectos sanitarios tales como el cáncer infantil, que se ha notificado como causado por la exposición a niveles "ambientales" de campos de frecuencias extremadamente bajas.
  - Los **campos eléctricos de frecuencias extremadamente bajas** existen siempre que está presente una carga (voltaje), con independencia de que fluya o no una corriente. La penetración del campo eléctrico en el cuerpo humano es casi inexistente. Los

campos de intensidad muy elevada pueden percibirse por el movimiento del vello cutáneo. Sin embargo, algunos estudios indican que la exposición a campos de baja intensidad se asocia a una mayor incidencia del cáncer en los niños o de otros efectos para la salud, mientras que otros estudios lo desmienten. El **Proyecto Internacional CEM** recomienda que se lleven a cabo investigaciones más específicas para mejorar la evaluación del riesgo sanitario.

- Los **campos magnéticos de frecuencias extremadamente bajas** existen siempre que fluye una corriente, y penetran fácilmente en el cuerpo humano sin atenuación significativa. Algunos estudios epidemiológicos han asociado esos campos con el cáncer, especialmente en los niños, pero otros no han establecido esa asociación. Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones sobre los efectos de la exposición (ambiental) a campos de frecuencias extremadamente bajas de poca intensidad, en particular los estudios que supervisa y promueve el *Proyecto Internacional CEM*.
- **Campos eléctricos y magnéticos estáticos.** Aunque la acción principal ejercida por esos campos en los sistemas biológicos es la **inducción de cargas y corrientes eléctricas**, se ha comprobado la existencia de otros efectos que, en principio, podrían resultar perjudiciales para la salud, pero sólo en campos de intensidades muy elevadas.
  - Los **campos electrostáticos** no penetran en el organismo, pero pueden percibirse por el movimiento del vello cutáneo. Aparte de las descargas eléctricas de campos electrostáticos potentes, no parecen tener efectos apreciables para la salud.
  - Los **campos magnéticos estáticos** tienen prácticamente la misma intensidad dentro del cuerpo que fuera de él. Cuando esos campos son muy intensos, pueden alterar el riego sanguíneo o modificar los impulsos nerviosos normales. Pero inducciones magnéticas tan elevadas no se producen en la vida diaria. Ahora bien, no se dispone de suficiente información sobre los efectos de la exposición duradera a campos magnéticos estáticos a los niveles existentes en el entorno laboral.
- **Normas de seguridad:** Con objeto de asegurar que la exposición humana a los campos electromagnéticos no tenga efectos perjudiciales para la salud, que los aparatos generadores de esos campos sean inocuos y que su utilización no cause interferencias eléctricas con otros aparatos, se han adoptado diversas directrices y normas internacionales. Esas normas se elaboran después de que grupos de científicos, que buscan pruebas de la repetición sistemática de efectos perjudiciales para la salud, hayan analizado todas las publicaciones científicas. Posteriormente, esos grupos recomiendan directrices que permitirán a los órganos nacionales e internacionales correspondientes preparar normas prácticas. La **Comisión Internacional de Protección contra**

**Las Radiaciones No Ionizantes (CIPRNI)**, organización no gubernamental reconocida oficialmente por la OMS en el sector de la protección contra las radiaciones no ionizantes, ha establecido directrices internacionales sobre los límites de la exposición humana para todos los campos electromagnéticos, con inclusión de la radiación ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja.

- Los ondas electromagnéticas tienen su origen en fuentes naturales y, sobre todo, en fuentes artificiales. Su espectro comprende tanto **radiaciones ionizantes** como **no ionizantes**.
- Las **radiaciones ionizantes** (rayos X y gamma) tienen suficiente energía para cargar átomos o partes de moléculas con electricidad de signo positivo y negativo mediante la ruptura de los enlaces atómicos que mantienen unidas a las moléculas en las células. Este efecto se denomina **ionización**.
- **Las radiaciones no ionizantes**, aunque sean de alta intensidad, **no pueden causar ionización** en el sistema biológico. Sin embargo, se ha comprobado que esas radiaciones producen otros efectos biológicos, como por ejemplo calentamiento, alteración de las reacciones químicas normales o inducción de corrientes eléctricas en los tejidos.
- **El Proyecto Internacional CEM de la Organización Mundial de la Salud** estudia los efectos para la salud de los **campos electromagnéticos estáticos de frecuencias extremadamente bajas y de radiofrecuencias (0-300 Ghz)**.
- La interacción de las ondas electromagnéticas y los **sistemas biológicos**, tales como células, plantas, animales o seres humanos, difiere en función de la frecuencia de esas ondas. La medida en que tales ondas afectan a los sistemas biológicos depende en parte de su **intensidad** y en parte de la **cantidad de energía emitida en forma de fotones**.
- Los **efectos biológicos** producidos por las ondas electromagnéticas pueden, a veces, pero **no siempre, resultar perjudiciales para la salud**.

**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>

