

# CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD PÚBLICA

## LA EVIDENCIA PRESENTE

# 1

Los campos electromagnéticos (CEM) ocurren en la naturaleza y por lo tanto siempre han estado presentes en la tierra. Sin embargo, durante el siglo XX, la exposición ambiental a fuentes de CEM hechas por el hombre, se ha incrementado sin parar, debido a la demanda de la electricidad, las siempre crecientes tecnologías inalámbricas y los cambios de prácticas laborales y conductas sociales. Todos estamos expuestos a una mezcla compleja de campos eléctricos y magnéticos a muchas frecuencias diferentes, en el hogar y en el trabajo.

Los efectos potenciales en la salud debido a los CEM producidos por el hombre ha sido un tema de interés científico desde finales de los años 1800, y han recibido particular atención durante los últimos 30 años. Los CEM pueden ser divididos en un sentido muy amplio en campos eléctricos y magnéticos estáticos y de baja frecuencia donde las fuentes más

comunes incluyen las líneas de energía, los artefactos electrodomésticos y las computadoras y campos de alta frecuencia o radiofrecuencia, siendo las principales fuentes los radares, las instalaciones de radio y televisión, los teléfonos móviles y sus estaciones bases, los calefactores de inducción y los dispositivos antirrobo.

A diferencia de las radiaciones ionizantes (tal como los rayos gamma producidos por materiales radioactivos, los rayos cósmicos y los rayos X) encontrados en la parte más alta del espectro electromagnético, los CEM son muy débiles para romper enlaces que unen las moléculas que forman las células, por lo tanto no pueden producir ionización. Es por esto que los CEM son llamados



FIGURA 1. EL ESPETRO ELECTROMAGNÉTICO

## CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD PÚBLICA: LA EVIDENCIA PRESENTE

radiaciones no ionizantes (RNI). En la fig. 1 se muestra la posición relativa de las RNI como parte del espectro electromagnético. Las radiaciones infrarrojas, visibles, ultravioletas e ionizantes no serán consideradas en adelante en este libro.

### ¿QUÉ OCURRE CUÁNDO USTED ESTA EXPUESTO A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS?

Las corrientes eléctricas existen naturalmente en el cuerpo humano y son una parte esencial en las funciones normales del cuerpo. Todos los nervios transmiten sus señales por impulsos eléctricos. La mayoría de reacciones bioquímicas, desde aquellas asociadas con la digestión hasta aquellas comprometidas con la actividad cerebral, incluyen procesos eléctricos.

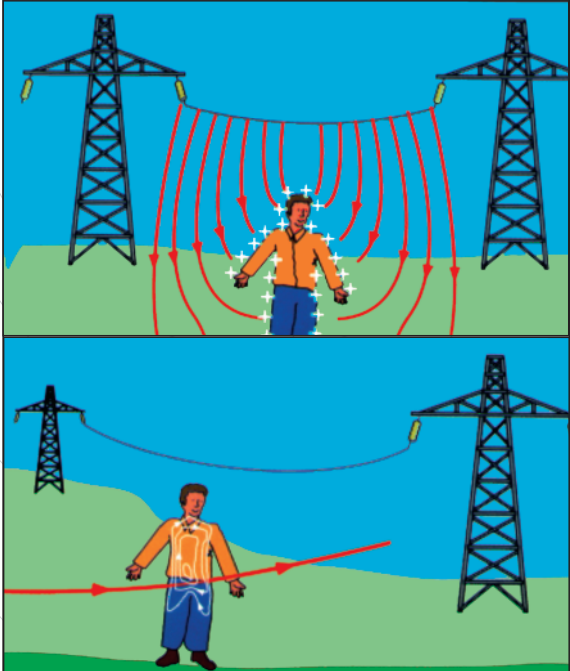
Los efectos de la exposición externa a CEM en el cuerpo humano y células dependen principalmente de la *frecuencia* y de la *magnitud* o *intensidad* de los CEM. La frecuencia simplemente describe el número de oscilaciones o ciclos por segundo. En bajas frecuencias, los CEM pasan a través del cuerpo mientras que en radiofrecuencias los cam-

pos son parcialmente absorbidos y penetran una pequeña profundidad en el tejido.

*Los campos eléctricos de baja frecuencia* influyen la distribución de las cargas eléctricas en la superficie de los tejidos conductores y causan el flujo de corrientes eléctricas en el cuerpo (fig. 2A). *Los campos magnéticos de baja frecuencia* inducen corrientes que circulan dentro del cuerpo humano (fig. 2B). La intensidad de estas corrientes inducidas depende de la intensidad del campo magnético externo y del tamaño del circuito a través del cual la corriente fluye. Cuando son suficientemente grandes, estas corrientes pueden causar estimulación de los nervios y músculos.

En *radiofrecuencias* (RF), los campos solo penetran a una corta distancia en el cuerpo. La energía de estos campos es absorbida y transformada en el movimiento de las moléculas. La fricción entre las moléculas, que se mueven rápidamente, da como resultado un incremento de la temperatura. Este efecto es usado en muchas aplicaciones domésticas tal como el calentamiento de alimentos en horno microondas y en muchas labores industriales tal

como la soldadura de plástico o el calentamiento de metales. Los niveles de los campos de RF a los cuales normalmente están expuestas las personas en el ambiente donde viven son mucho más bajos que



**FIGURA 2. A** Los campos eléctricos no penetran el cuerpo significativamente, pero forman una carga sobre su superficie, **B** mientras la exposición a los campos magnéticos causa el flujo de corrientes circulantes en todo el cuerpo.

los que se necesitan para producir algún calentamiento significativo.

### EFFECTOS BIOLÓGICOS Y EFECTOS EN LA SALUD

Los *efectos biológicos* son respuestas medibles del organismo o células a un estímulo o cambio en el ambiente. Tales respuestas, por ejemplo como el incremento del ritmo cardíaco después de beber café o la somnolencia en un salón mal ventilado no necesariamente son dañinas a la salud. Reaccionar a los cambios en el ambiente es algo normal en nuestra vida. Sin embargo, el cuerpo podría no tener mecanismos de compensación adecuados para mitigar todos los cambios o fuerzas ambientales.

La exposición ambiental prolongada, aún si fuera pequeña, puede constituir un riesgo a la salud si desencadena estrés. En los seres humanos, un *efecto adverso en salud*, resulta de un efecto biológico que cause perjuicios detectables en la salud o en el bienestar de los individuos expuestos.

El cumplimiento de los límites de exposición recomendados por organismos nacionales e internacionales ayuda a controlar los riesgos de la

exposición a CEM que puede ser dañina a la salud humana. El presente debate está centrado en el cuestionamiento si la exposición por períodos largos, a niveles por debajo de los límites de exposición puede causar efectos adversos en la salud o influenciar el bienestar de la gente.

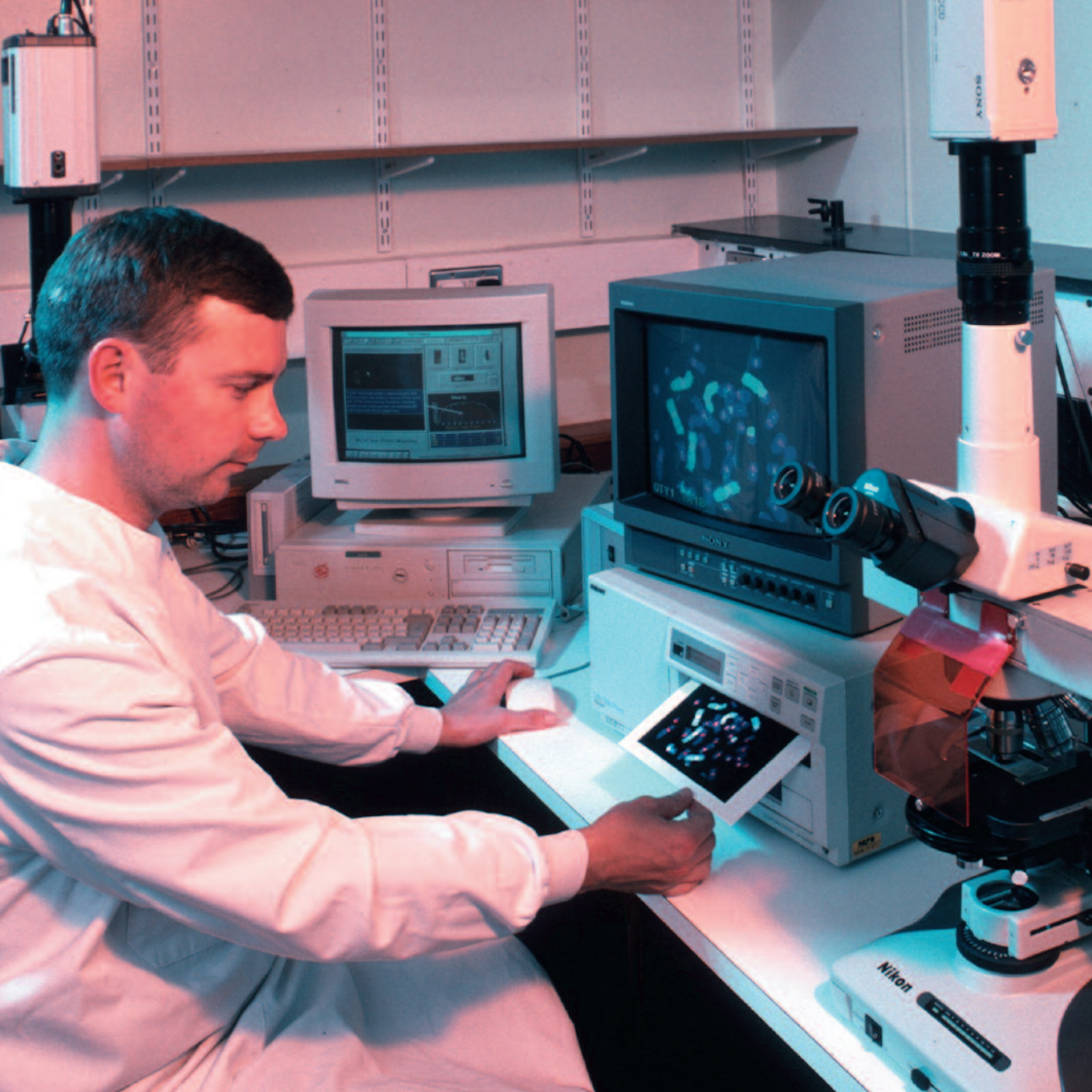
### CONCLUSIONES DE LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

#### CAMPOS DE BAJA FRECUENCIA

El conocimiento científico acerca de los efectos en la salud de los CEM es considerable y está basado en un gran número de estudios epidemiológicos, en animales e in-vitro. Muchos resultados, que van desde defectos reproductivos a enfermedades cardiovasculares y neuro-degenerativas, han sido examinados, pero la más consistente de las evidencias a la fecha es la concerniente a la leucemia en niños. En el 2001 un grupo de trabajo conformado por científicos expertos de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer de la OMS (IARC) revisó estudios relacionados a la carcinogenicidad de los campos eléctricos y magnéticos estáticos y de frecuencias extremadamente bajas (ELF). Usando la clasificación estándar de la IARC que pondera las evidencias en seres

humanos, animales y de laboratorio, los campos magnéticos de ELF fueron clasificados como posibles cancerígenos en seres humanos basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. Un ejemplo bien conocido para este tipo de agentes es el café, el cual puede incrementar el riesgo de cáncer al riñón, mientras que al mismo tiempo puede proteger contra el cáncer al intestino “posible cancerígeno en seres humanos” es una clasificación usada para denotar un agente para el cual hay una evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos y menos que suficiente evidencia para carcinogenicidad en experimentos con animales.

La evidencia para otros tipos de cáncer en niños y adultos, como también para otros tipos de exposición (ej. campos estáticos y campos eléctricos ELF) fue considerada inadecuada en la clasificación debido a la insuficiente o inconsistente información científica. A pesar que la IARC ha clasificado a los campos magnéticos de ELF como posibles carcinogénicos para los seres humanos, es posible que hayan otras explicaciones para la asociación observada entre la exposición a campos magnéticos de ELF y la leucemia en niños.



### CAMPOS DE ALTA FRECUENCIA

Concerniente a los campos de radiofrecuencia, el balance de la evidencia a la fecha sugiere que la exposición a campos de RF de bajo nivel (tales como los emitidos por teléfonos móviles y sus estaciones bases), no causan efectos adversos a la salud. Algunos científicos han reportado efectos menores provenientes del uso de los teléfonos móviles, incluyendo cambios en la actividad cerebral, tiempo de reacción, y problemas de sueño. En la medida que estos efectos han sido confirmados, parecen caer dentro de los límites normales de variación humana.

En la actualidad, las investigaciones se han concentrado en resolver la interrogante si es que las exposiciones de bajo nivel por un período largo, aún a niveles tan bajos como para no causar incrementos significativos de temperatura, podrían causar efectos adversos a la salud. Varios estudios epidemiológicos recientes en usuarios de teléfonos móviles no encontraron evidencia convincente

de un incremento de riesgo de cáncer cerebral. Aunque, esta tecnología es muy reciente, para descartar posibles efectos a exposiciones prolongadas. Los teléfonos móviles y sus estaciones bases generan situaciones muy diferentes de exposición. La exposición a RF es mucho más alta para los usuarios de teléfonos móviles que para los que viven cerca de las estaciones bases. Aparte de las señales no frecuentes usadas para mantener el enlace con las estaciones bases más cercanas, los equipos móviles transmiten energía de RF solamente cuando esta en curso una llamada. Aunque las estaciones bases están transmitiendo señales continuamente, los niveles a los cuales el público está expuesto son extremadamente bajos, aún si es que ellos vivieran en la cercanía.

Dado que el uso de esta tecnología se ha generalizado, el grado de incertidumbre científica, y los niveles de aprehensión pública, son necesarios estudios científicos rigurosos y comunicación clara con el público.