

## Resumen Ejecutivo

En la primera y más importante parte de esta revisión de literatura, se presenta la evidencia científica publicada sobre todos los posibles efectos de la radiofrecuencia (RF) de baja intensidad sobre la biología y la salud. Examinamos las dos formas de acción a conocer de la RF en la materia viva: los efectos térmicos (debido a la calefacción dieléctrica de moléculas) y no térmicos (todos los otros mecanismos que no se puede explicar por el aumento global o local de la temperatura).

La primera parte de la revisión de los efectos biológicos examina las pruebas experimentales basadas en modelos *in vitro* (cultivos de células y tejidos aislados) e *in vivo* (animales vivos). La segunda parte revisa la literatura sobre los efectos de la RF en el rendimiento humano y varios parámetros de salud, tanto en términos de pruebas de laboratorio (estudios de provocación), así como a través de estudios de observaciones epidemiológicas. Esta revisión se ha centrado principalmente en la exposición humana a niveles de radiación compatibles con las estaciones radio-base (los llamados riesgos de la comunidad) y durante el funcionamiento individual de los teléfonos celulares junto a el cuerpo.

## Estudios in vitro

La conclusión general de los estudios in vitro es que actualmente no existen pruebas suficientes, coherentes y válidas para establecer una relación causa-efecto entre la exposición a bajos niveles de RF y los efectos a corto plazo sobre la regulación del ciclo y los mecanismos celulares de transporte de membrana, la apoptosis, genotoxicidad, tasas de mutación, expresión de genes y proteínas, daño al material genético y la proliferación celular, la transformación y la diferenciación de las células y tejidos, etc. Algunos de los pocos efectos reales reportados parecen tener poca importancia para enfermedades como el cáncer o para el impacto en los sistemas celulares mayores, al menos cuando la exposición a la RF se mantiene por debajo de los niveles de seguridad recomendadas, incluso durante largos períodos de tiempo. Por lo tanto, hay poca credibilidad para los efectos a nivel celular que pueden conducir a daños en los niveles superiores, en los órganos, o para la salud humana.

## Estudios experimentales en animales

Respecto a los estudios en animales vivos, uno de los efectos más significativos de la RF que se ha informado sería la ruptura de la barrera sanguínea del cerebro (BBB). Eso se ha reportado en pequeños animales de laboratorio por lo menos en los 30% de los estudios revisados iniciales. Sin embargo, estudios posteriores más bien controlados no han reportado efectos directos y parece que los resultados positivos se puede explicar más simplemente por los efectos del calentamiento sin control. Además, es muy dudosa la posibilidad de una traducción de estos resultados a los seres humanos, en virtud de su cráneo completamente diferente de los pequeños animales cuanto a las geometrías y a el

flujo sanguíneo.

La inducción y promoción de los tumores o cánceres de la sangre de los animales expuestos a la RF, así como la aparición de los antepasados celulares y moleculares de la tumorigenesis, etc., también han sido investigados. A pesar de indicaren una exposición a la RF, medida en forma de índices de absorción específica (SAR), muy superior a lo que la gente normalmente están expuestas, y en algunos casos, con una exposición durante toda la vida de los animales, cerca del 93% de los estudios *in vivo* publicados desde 1990 no han demostrado efectos significativos en el corto o largo plazo. Por otra parte, la mediana de supervivencia de los grupos de animales irradiados no se vio afectada en cerca del 96% de los estudios.

No hay pruebas convincentes presentadas para efectos de la RF aguda o crónica en otros parámetros fisiológicos y bioquímicos en las investigaciones con animales. Por lo tanto, la conclusión general, después de más de 20 años de estudios *in vivo*, es que no se puede probar un efecto consistente y significativo de la FR en animales intactos por debajo de los estándares internacionales de seguridad. No parece haber ningún efecto importante fisiopatológico de los campos de RF, además del efecto térmico provocado por la exposición a los campos muchas veces mayor que las que se encuentran en nuestras condiciones normales de vida y trabajo.

## **Estudios experimentales en humanos**

Los estudios de provocación en humanos han principalmente investigado los posibles efectos sobre el sistema nervioso, incluyendo muchas de las respuestas cognitivas y comportamentales en respuesta a los campos de RF de bajo nivel que emiten los teléfonos móviles en niños y adultos. Ahora se acepta generalmente que no hay efectos significativos de las radiaciones emanadas de las antenas durante el uso del teléfono celular o de las estaciones radio-base ubicadas a una distancia razonable. Otros trabajos investigaron los efectos sobre el dolor, la visión, la audición y la función vestibular, así como sobre los sistemas endocrino y cardiovascular y resultaron en su mayoría negativos. Sabor y olor no se han estudiado hasta ahora. Incluso en estudios que reportaron un ligero efecto, éstos no se consideran perjudiciales para la salud. Sin embargo, la importancia de la exposición a largo plazo no pudo ser verificada. Los estudios con imágenes cerebrales funcionales y con termografía infrarroja profunda han demostrado que no hay calentamiento significativo causado directamente por la exposición a la RF en el hueso del cráneo o el cerebro.

En la llamada "síndrome de hipersensibilidad a la RF", unos 4-5% de la población declaró ser sensible a campos de RF, y algunas de estas personas intolerantes han reportado también varios síntomas de mala salud y una serie de angustiosos síntomas subjetivos durante y después del uso de teléfono celular o otros dispositivos que emiten frecuencias de radio, o de estar cerca de una antena de RF local. Estos síntomas son muy inespecíficos y están presentes en muchas enfermedades como en la gripe y el resfriado (dolor de cabeza, náuseas, fatiga, dolores musculares, malestar general, etc.) Sin embargo, varios estudios, revisiones sistemáticas y meta-análisis en los últimos 15 años, llegaron a la conclusión de que los síntomas de hipersensibilidad observados no se correlacionan con la exposición a RF de las personas. Actualmente no existe una base científica para caracterizar hipersensibilidad a la RF como un síndrome médico.

Se puede concluir, a partir de estudios experimentales humanos, que la ciencia actual basada en la evidencia no muestra efectos adversos en humanos por debajo de los umbrales térmicos, sin influencias peligrosas en el bienestar y la salud de los usuarios y no usuarios de móviles celulares y para las personas que viven cerca de estaciones radio-base, y que no hay pruebas convincentes de los efectos adversos cognitivos, fisiológicos y fisiológicos, de comportamiento y otros.

## **Estudios Epidemiológicos**

Respecto a la exposición de la comunidad a antenas de estaciones radio-base, hay un consenso científico de que estos niveles son miles de veces inferiores a las normas internacionales de seguridad, incluso a distancias cortas de las antenas. Los pocos estudios epidemiológicos publicados con una calidad mínima aceptable no han demostrado efectos claros de la exposición a la RF en la morbilidad, la mortalidad, el bienestar y la salud de las poblaciones que viven cerca de fuentes de RF de este tipo. Se carece de estudios a largo plazo, todavía. Además, es difícil separar la exposición a estaciones radio-base de otras fuentes de RF, tales como la radio y la televisión, con cierto grado de precisión.

Por otra parte, ha sido publicado un número mucho mayor de estudios epidemiológicos que investigan los efectos posibles de exposición a RF de los usuarios de teléfonos celulares. Muchos de ellos tienen una buena calidad metodológica y un gran número de sujetos. Aunque en algunos estudios de cohortes de gran tamaño no se ha encontrado mayores riesgos para los usuarios de teléfonos móviles durante un periodo de hasta 15 años, en comparación con los no usuarios, para una serie de resultados, incluyendo los tumores malignos y benignos del sistema nervioso, hay un pequeño número de estudios epidemiológicos que han refutado estos resultados, restringidos a ciertos tumores de los usuarios frecuentes y largo plazo, en el lado de la cabeza que más utilizan para hacer llamadas. Estudios controlados más grandes y mejor controlados, tal como INTERPHONE (un estudio internacional de casos y controles en colaboración que agregó resultados de 16 estudios realizados en 13 países diferentes) por lo general han informado sobre la falta de asociación estadística, excepto para el riesgo ligeramente mayor, pero dudoso, para ciertos tumores de la cabeza como gliomas y neuromas acústicos, para los usuarios con más de 10 años de uso y en el mismo lado de la cabeza. No se han publicado hasta ahora estudios epidemiológicos con una exposición a largo plazo mayor de 20 años, y ningún estudio completo de los riesgos sanitarios del uso de teléfonos celulares por niños y adolescentes.

Los estudios epidemiológicos de asociación entre la exposición de la población a la RF de los teléfonos celulares y estaciones radio-base y varios otros problemas de salud, tales como varias enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares, cataratas, cambios en la salud reproductiva, cambios de comportamiento y síntomas no específicos, etc., resultaran uniformemente en asociaciones no significativas.

Además, hay una serie de dificultades metodológicas en los estudios epidemiológicos de exposición a RF de bajo nivel incluyendo varios tipos de sesos que son difíciles de identificar y compensar.

Por lo tanto concluimos que los estudios epidemiológicos publicados hasta la fecha no han mostrado ningún efecto adverso sobre la salud de magnitud considerable,

indiscutibles y reproducibles, y que muchas fallas metodológicas, con escasos resultados hasta ahora analizados no permiten conclusiones definitivas, especialmente en lo que se refiere a los niños y la exposición continua durante más de 20 años.

## **Efectos indirectos**

La posibilidad de que los dispositivos médicos pueden recibir interferencias radioeléctricas perjudiciales causadas por la radiofrecuencia emitida por antenas de estaciones radio-base y dispositivos inalámbricos portables en sus cercanías, condujo en la década de 1990 a muchas pruebas de ingeniería y ensayos clínicos en todo el mundo. Este puede ser uno de los pocos documentados efectos adversos de los campos de RF de baja intensidad en la salud de las personas expuestas, aunque sea indirectamente. Esto es especialmente cierto para los pacientes con marcapasos y desfibriladores implantables en el corazón, y para los dispositivos a que están conectados para el mantenimiento de la vida, tales como ventiladores mecánicos, que son vitales para su supervivencia.

Nuestra revisión sobre el tema sugiere que las tecnologías de comunicación inalámbrica con potencia suficiente y ubicadas muy cerca de los varios tipos de dispositivos médicos, incluso los dispositivos implantados, tienen realmente una capacidad de causar interferencias electromagnéticas con efectos potencialmente perjudiciales sobre el bienestar y el apoyo a la vida de los pacientes críticos.

Sin embargo, las tecnologías de baja potencia, los espectros de frecuencias utilizado por los dispositivos actuales de comunicación digital y los filtros electrónicos instalados en los modernos dispositivos médicos, reducen mucho la probabilidad de estos riesgos cuando se utilizan normalmente.

Por lo tanto, científica y técnicamente, actualmente no hay necesidad de restringir el uso de equipos de riesgo medio de interferencia, como los teléfonos móviles y las comunicaciones de datos inalámbricas en cualquier área de las instituciones de salud, y ninguna política de prohibición o una legislación específica son necesarias. Radios de comunicación bidireccional y módems para comunicaciones de datos de gran potencia que podrían incrementar el riesgo de interferencia, deben utilizarse con moderación y sólo en situaciones de emergencia, si están muy cerca de los productos sanitarios, implantados o no.

Otro tipo de efecto indirecto de los teléfonos celulares y otros portátiles de voz y de comunicación de datos es el riesgo inherente a su utilización durante la conducción de un vehículo motor. Dado que este riesgo no se refiere a un efecto de los campos de RF, no se ha examinado en la presente revisión.

## **Impacto Social y Comunicación con el Público**

La falta de una política de adecuada comunicación de riesgo y una mejor comprensión de la percepción y aceptación del riesgo por parte del público parece representar una importante contribución al temor de los posibles efectos sanitarios de las tecnologías de comunicación móvil. También es importante considerar el grado de comprensión que el público tiene acerca de la ciencia en cuestión.

El miedo de la tecnología no es nuevo. Hubo preocupación por los efectos adversos para

la salud de diversas tecnologías cuando se las introdujo por primera vez, como con el telégrafo inalámbrico, televisión, líneas de transmisión de potencia, el aspartame, los implantes mamarios de silicona, y muchos otros. Por otra parte, cabe señalar que los campos electromagnéticos no son perceptibles a nuestros sentidos, lo que contribuye a aumentar la preocupación pública.

Una manera obvia para aliviar el miedo y la ansiedad sobre los posibles efectos de la RF es ofrecer al público tanta información como sea posible (educación de los usuarios), siempre que dicha información esté bien documentada y sea suministrada por expertos y organizaciones bien calificadas. Debe hacerse todos los esfuerzos para que esta comunicación no venga a plantear más problemas a la gente, por ejemplo, al discutir la incertidumbre científica relacionada con los efectos de las radiaciones no ionizantes en la salud, y la necesidad de aplicarse medidas preventivas y de precaución, una vez que eso puede tener un impacto contrario al intencionado, o sea, negativamente en la percepción pública del riesgo o su confianza en la política y las agencias gubernamentales, si no se hace con cuidado.

Un factor importante para la aceptación pública de las nuevas tecnologías parece ser la comparación entre sus riesgos y beneficios, que no son tan obvios como parece. De particular interés para los usuarios de teléfonos móviles, la industria y el gobierno, es el hecho de que hay pocos estudios recientes sobre los riesgos y beneficios de las comunicaciones móviles, en comparación con muchas otras tecnologías que tienen un fuerte impacto en la sociedad.

A pesar de la abrumadora mayoría de los estudios que muestran que no existen efectos adversos graves del RF en la salud humana, con la excepción del uso de teléfonos celulares mientras se conduce vehículos, informes muchas veces alarmistas de los medios de comunicación de masa llegaron a crear una opinión en un público que sabemos ser totalmente inconsistentes en relación a la evidencia científica presente.

Todas las tecnologías tienen su parte de riesgos. Estos deben ser equilibrados por un cuidadoso estudio de sus beneficios. Tal es el caso de los automóviles, aviones, productos químicos utilizados en la agricultura y en la conservación de alimentos, la combustión del petróleo y del carbón, la energía nuclear, los alimentos genéticamente modificados, etc. La sociedad ha reconocido y aceptado a todos, debido a su extrema utilidad, ya que los riesgos se pueden efectivamente gestionar a través de la aplicación de límites máximos de exposición, de realizar cambios tecnológicos, o medidas similares para reducir los riesgos. Así pues, existe una necesidad de más estudios centrados en los beneficios sociales y económicos de las tecnologías de las comunicaciones móviles.

Esta sección del informe analiza las investigaciones de los fenómenos sociales y la comunicación al público, y varios otros temas relacionados, como la percepción del riesgo, la aceptación de riesgos y de las relaciones entre riesgos y beneficios, la resistencia social a las nuevas tecnologías, la comprensión y la percepción de los beneficios de las comunicaciones inalámbricas en la salud, en el bienestar y a seguridad de las personas, como mejorar el conocimiento público sobre la ciencia involucrada, la comunicación pública sobre los CEM y los problemas de salud, como comunicar el incertidumbre en la ciencia, como realizar la aplicación y la comunicación de medidas de precaución, y, finalmente, como evaluar la calidad de la información pública, la ética y la responsabilidad profesional de los medios de comunicación de masas.

En América Latina son muy escasas las referencias sobre la comunicación pública e investigación social en el caso de los campos electromagnéticos. La mayor parte de esta revisión se basa en las referencias de los informes elaborados por otros países europeos, EE.UU. etc.

Se sugiere que debe haber un sitio de referencia para la región de América Latina, accesible a través de Internet que provea cobertura de todas las cuestiones pertinentes relativas a las radiaciones no ionizantes y la salud. Este sitio debe estar ubicado en una agencia gubernamental reguladora apropiada o una prestigiosa universidad o instituto de investigación.

Tener muchas reglas diferentes sólo crea confusión y desconfianza del gobierno por parte del público. Debe procurarse hacer todo esfuerzo para armonizar las normas en todos los niveles (nacional, estatal o municipal), y adoptar las normas basadas en la ciencia y recomendadas por organismos internacionales como la ICNIRP.

## **Normas y Políticas de Protección de la Radiación**

En el último tercio del siglo 20, la preocupación por los posibles efectos nocivos para la salud humana de la radiación electromagnética no ionizante (NIR) artificial ha llevado a muchos esfuerzos para determinar los niveles máximos de exposición y el establecimiento de recomendaciones para las normas de seguridad para todos en el espectro de frecuencias electromagnéticas, tanto para la exposición ocupacional, como para el público en general.

Estas normas de seguridad se basan en datos de estudios científicos hechos alrededor del mundo, y son revisadas periódicamente. Además, el Proyecto Internacional Campos Electromagnéticos y Salud de la Organización Mundial de Salud ha promovido la adopción de normas internacionales basadas en la ciencia y la armonización de las normas nacionales.

Como una herramienta importante para alcanzar estos compromisos, la OMS ha elaborado una base de datos de estándares mundiales y ha publicado dos manuales de políticas que son muy útiles para los países en desarrollo.

El propósito de este capítulo es proporcionar información sobre las normas y políticas en los países latinoamericanos, con el fin de informar al gobierno y otras autoridades sobre las políticas y regulaciones en la región y las normas internacionales recomendadas por la OMS. Se presenta la estructura de las distintas normas y recomendaciones, como las desarrolladas por la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), el IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica), la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la FCC de Estados Unidos (Comisión Federal de Comunicaciones). Después de 1992, la ICNIRP fue responsable del desarrollo y el mantenimiento de directrices internacionales para las RNI. Su publicación en 1998 estableció para el público en general y los profesionales, los límites máximos permisibles de exposición a RNI, y son las directrices internacionales más creíbles en RNI aprobadas por la OMS, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Hasta 2009, las normas ICNIRP han sido adoptadas como normas nacionales por más de

50 países en todo el mundo. Las normas IEEE adoptadas en América del Norte y varios otros países, incluso en América Latina, son similares, pero menos estrictas que las normas ICNIRP, pero se basan en las mismas evidencias científicas.

La UIT ha hecho recomendaciones sobre el cumplimiento de los sistemas de telecomunicaciones en los límites de exposición a campos electromagnéticos. A nivel regional en América Latina, el Consejo de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) ha recopilado la información y los reglamentos de la OMS, de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), de la UIT, de la ICNIRP, del Fórum de Fabricantes de Móviles (MMF) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) con respecto a los efectos de las RNI y sus normas técnicas. Además, los relatos de CITEL han revisado las normativas vigentes en América Latina y otras regiones.

En la actualidad, hay 10 países de América Latina que han aplicado las normas de las radiaciones no ionizantes para los distintos sistemas de telecomunicaciones: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Panamá, Paraguay, Perú y Venezuela. Otros están siendo desarrollados, como Costa Rica, República Dominicana y Uruguay. La mayoría de las normas aplicadas se basa en las directrices de la ICNIRP.