

Prólogo

En 2008, reunióse un grupo multidisciplinario de investigadores latinoamericanos en las áreas de telecomunicaciones móviles, medicina, biología y salud, con el objetivo de estudiar y elaborar un análisis independiente y crítica de la literatura reciente sobre los posibles efectos biológicos y sobre la salud de los campos electromagnéticos de alta frecuencia y baja intensidad, desde el punto de vista de científicos y expertos de la región. Ejemplos de tales campos electromagnéticos en el espectro de radiofrecuencias (RF) son los utilizados para la radio y la televisión, telefonía móvil de voz y datos, redes inalámbricas y teléfonos inalámbricos. Se hizo especial hincapié en los resultados de los estudios en América Latina.

El estudio fue solicitado y coordinado por el Instituto Edumed para la Educación en Medicina y salud, una institución de investigación y desarrollo sin fines de lucro con sede en Campinas, São Paulo, Brasil, específicamente como un proyecto apoyado por su Grupo de Investigación sobre el Impacto de las Telecomunicaciones Inalámbrica en la salud, según se explica en detalle en la sección de introducción. Como su principal motivación de este informe se pretende abordar la preocupación creciente de la población de los países de América Latina con los posibles efectos nocivos de la exposición humana a campos electromagnéticos no ionizantes generados principalmente en las estaciones radio base (torres) y los teléfonos móviles, así como la comunicación inalámbrica de datos y tecnologías similares. Por esta razón, la revisión se centró en los efectos de la radiofrecuencia y microondas.

Los principios rectos que los autores de esta revisión aprobaran han sido:

1. Se seleccionaron los artículos que contenían los resultados originales de investigación (publicaciones primarias) y revisión de la literatura (publicaciones secundarias), que habían sido publicados en libros o revistas revisadas por homólogos, de acuerdo a las mejores prácticas y estándares en este campo de la ciencia;
2. Se utilizaron sólo los informes basados en la evidencia científica, eliminandose de consideración aquellos informes y fuentes procedentes de los medios de comunicación de masa;
3. Fue empleado un tono neutro para la comunicación de la información y de las conclusiones, todas basadas en la evaluación de la evidencia científica publicada, evitandose siempre seleccionar aquellos artículos influenciados por criterios de convicción ideológica o opinión privada.

El grupo de expertos estuvo integrado por los siguientes miembros:

4. 1. Prof.Dr. Renato M.E. Sabbatini, Ph.D. (científico biomédico, investigador y profesor retirado del Departamento de Genética Médica, Facultad de Ciencias Médicas,

- Universidad Estatal de Campinas, Presidente del Instituto Edumed y Jefe de Grupo de Investigación sobre los Efectos de las Comunicaciones Inalámbricas en Salud, Campinas, Brasil) - Coordinador General y Editor Jefe;
2. Prof.Dr. Gláucio L. Siqueira, Ph.D. (ingeniero eléctrico, investigador y profesor en el Departamento de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil)
 3. Prof. Víctor Cruz Ornetta , M.Sc. (ingeniero electrónico, investigador y profesor en el Instituto Nacional de Investigación y Educación en Telecomunicaciones (INICTEL-UNI), Facultad de Ingeniería Electrónica en la Universidad San Marcos, y en la Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú);
 4. Prof.Dr. Ricardo Taborda, Ph.D. (ingeniero eléctrico, investigador y profesor de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Córdoba, Córdoba, Argentina)
 5. Sr. Jorge Skvarca (ingeniero eléctrico, experto del Ministerio de Salud y Ambiente, Buenos Aires, Argentina)

Con el objetivo de garantizar la mayor calidad posible para esta revisión, el grupo de expertos latinoamericanos ha sido asistido de forma independiente por tres destacados expertos internacionales, que han contribuido a los principios rectores y normas de calidad adoptadas en el trabajo, que han sugerido muchas mejoras y modificaciones demasiado útiles para el informe final.

1. Prof.Dr. Michael H. Repacholi, Ph.D. (biofísico, Profesor Visitante de la Universidad "La Sapienza" de Roma, Italia. Ex-coordinador de la Radiación y Salud Ambiental de la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Responsable de la creación y ex-coordinador del proyecto de la OMS sobre la Campos electromagnéticos no ionizantes y salud, ex-presidente y presidente emérito de la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante (ICNIRP);
2. Prof.Dr. Paolo Vecchia, Ph.D. (Físico, presidente de la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante (ICNIRP), Director de Investigación del Instituto Nacional de Salud (ISS) en Roma, Italia);
3. Dra.. Leeka. Kheifets, M.P.H., Ph.D. (Profesora de Epidemiología, Escuela de Salud Pública de la Universidad de California en Los Ángeles, EE.UU.).

Además, el grupo evaluó las últimas investigaciones producidas en América Latina y el Caribe en estos temas, utilizando una estrategia de investigación y criterios estrictos de selección para mantener el enfoque de calidad científica e evaluación imparcial a las investigaciones.

Este informe contiene los resultados de los exámenes y las evaluaciones de las obras publicadas hasta febrero de 2010.

Los resultados específicos de la iniciativa fue la producción y entrega de los siguientes:

- Un informe técnico actualizado y detallado relativo a:
 - una revisión crítica de la literatura científica publicada a nivel mundial en las últimas dos décadas sobre los efectos biológicos en la salud de la exposición a campos de RF de bajo nivel, incluidos los estudios científicos experimentales y de observación in vitro e in vivo en el nivel de las moléculas, células, órganos y animales enteros, incluidos los humanos, e incluyendo tanto estudios de laboratorio como los datos epidemiológicos;

- las cuestiones sociales relevantes de las telecomunicaciones móviles, incluidas la difusión de los resultados científicos, la comprensión del público y la comunicación de los riesgos y los posibles efectos para la salud del público en general, las cuestiones de seguridad, las precauciones y la prevención, etc.;
- la identificación de grupos de investigación en América Latina, expertos e investigadores activos en el área, así como el registro de la literatura publicada en la región;
- la situación de la legislación, normas y políticas para la protección de la radiación electromagnética no ionizante en los países de América Latina;
- Una lista de los investigadores y especialistas latinoamericanos en los campos de RF. Biología, salud, seguridad y protección;
- una lista de recomendaciones de los temas de investigación que puede ser útiles en América Latina;
- un sitio público en portugués, español e Inglés que contiene información útil y práctica sobre los efectos de los campos de RF en la salud y otras cuestiones relacionadas con el público en general, maestros, estudiantes, periodistas, legisladores, cursos a distancia, etc;
- uno o varios artículos de revisión que se publicarán en revistas científicas de relevancia para la región, pero con un alcance internacional.

El primer paso fue una reunión preparatoria en agosto de 2007, en São Paulo, Brasil, América Latina e invitó a expertos internacionales a fin de establecer los objetivos, criterios, estrategias y fuentes de información para el informe, incluyendo la planificación detallada de los contenidos y productos. En esta reunión, el Grupo de Trabajo de Expertos, los doctores Paolo Vecchia y Michael Repacholi hicieron presentaciones de revisión científica sobre el tema.

El trabajo de revisión en sí se dividió en tres grupos de trabajo, coordinado por los miembros del Grupo de Expertos:

- Los efectos biológicos y de la Salud, coordinado por el Prof. Renato M. E. Sabbatini (Brasil);
- Normas y políticas de protección. Coordinado por la Prof.. Víctor Cruz (Perú) e integrado por el Prof. Gláucio Siqueira (Brasil) y el ingeniero Jorge Skvarca (Argentina)
- Investigación social y comunicación pública, coordinado por el profesor. Ricardo Taborda (Argentina), en colaboración con el Prof. Renato M. E. Sabbatini.

Para apoyar a los autores del grupo de examen y los consultores internacionales, el Instituto Edumed desarrolló y lanzó un sitio web, formando una comunidad virtual. Este sitio tenía características tales como listas de discusión y salas de chat, lo que facilitó la interacción entre los miembros del grupo, así como repositorios de artículos y comentarios que se utilizarán, noticias, información sobre las reuniones del grupo de física, y varios otros.

Una segunda reunión se celebró en São Paulo en mayo de 2008, en la Escuela Politécnica da la Universidad de São Paulo, en forma de un Simposio Internacional sobre

Campos Electromagnéticos Alta Frecuencia y Salud Humana (LASR 2008). Varios miembros de los grupos de trabajo presentaron los resultados de las encuestas preliminares, conclusiones y sugerencias para el trabajo futuro. Esta conferencia fue abierta al público, tales como funcionarios públicos, médicos, ingenieros, representantes de la industria de las telecomunicaciones, etc, que han sido invitados a unirse a la discusión. Los doctores Kheifets y Repacholi dictaron dos cursos pre-congreso de corta duración sobre el tema.

La tercera y última reunión se celebró en octubre de 2009 durante la reunión internacional de la ICNIRP (GMT 2009) en Río de Janeiro, Brasil, donde se dedicó una sesión especial para las perspectivas de América Latina en los campos de RF, y donde el Dr. Sabbatini presentó los resultados y conclusiones preliminares de los capítulos de los efectos biológicos y la salud, y el Prof. Victor Cruz presentó la situación actual en América Latina acerca de los estándares de protección.

Después de pasar por una revisión exhaustiva del Grupo Consultivo Internacional, entre noviembre 2009 y enero de 2010, se presenta aquí, la versión final del documento, organizados en las siguientes secciones principales:

1. Introducción
2. Resumen Ejecutivo
3. La literatura sobre los efectos biológicos y la salud
4. Cuestiones sociales y de comunicación pública
5. Normas de seguridad y protección radiológica en América Latina
6. Referencias
7. Adjuntos

La revisión sobre los efectos biológicos y la salud se subdivide en estudios *in vitro* e *in vivo* de provocación experimental, y en estudios epidemiológicos, y constituye el cuerpo principal del informe. La intención era hacer una revisión general de la literatura que contiene la información más actualizada posible, pero no es una revisión exhaustiva, sistemática o un meta-análisis de los artículos publicados.

El contenido y las conclusiones de este informe representan la opinión consensuada de todos los miembros del grupo de expertos, que ha hecho un esfuerzo considerable, tanto como ha sido posible, en el uso de un lenguaje que pueda ser fácilmente entendida por todas las personas, incluyendo la explicación del significado de las jergas y abreviaturas menos conocidas utilizadas en el informe.

El informe no pretende ser un tutorial o un texto general sobre el tema, ya que no incluye material sobre la física básica y radiobiología de los campos de RF, descripciones de los dispositivos técnicos y sistemas de radio comunicación y métodos de investigación científica en el área. Estos materiales se pueden encontrar en otros lugares. Debido a la complejidad de la investigación epidemiológica en los seres humanos, se ha añadido un texto adjunto con una breve descripción sobre los tipos de dichos estudios.

El Grupo de Expertos de América Latina espera que este informe sea de grande utilidad para estudiantes, maestros, médicos e investigadores, en particular los que trabajan en América Latina, así como para el público en general. Además, el informe suele ayudar a los funcionarios públicos, políticos, legisladores y funcionarios de los países de la región, que a menudo tienen que lidiar con las demandas del público por una mayor seguridad de

salud en las telecomunicaciones y que necesitan de una base de información fiable sobre el aspectos sanitarios de los campos de RF utilizados en las telecomunicaciones de todo tipo, de modo a para tomar decisiones difíciles. Los medios de comunicación de masa también están invitados a utilizar la información adjunta para su labor de difusión a el público. basado en la evidencia científica del más alto nivel.

Por último, en nombre del grupo de expertos y del Instituto Edumed, me gustaría dar las gracias y reconocer los esfuerzos y contribuciones invaluable de todas las personas e instituciones que han contribuido y ayudado a hacer posible esta revisión científica. Sobre todo nos gustaría agradecer a nuestros patrocinadores internacionales, el Mobile Manufacturers Forum (MMF) y la GSM Association (GSMA), que proporcionaran algunos de los fondos necesarios para las reuniones, los viajes y la preparación y traducción del informe. Su apoyo desinteresado permitió una evaluación verdaderamente independiente por el grupo de expertos. Todas las decisiones y conclusiones sobre el contenido de este informe son responsabilidad única y exclusiva del grupo que escribió e interpretó y pueden no representar las opiniones de los patrocinadores o sus afiliados.

Además, todos los miembros del Grupo de Expertos señalaron que no son y nunca han sido empleados de los patrocinadores o sus compañías asociadas, y no tienen intereses financieros o de compromisos en cuanto al contenido del informe con las empresas privadas relacionadas con el tema objeto de examen.

Renato M. E. Sabbatini, PhD

Redactor jefe

Abril 2010

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.

Capítulo I

Los Campos de Radiofrecuencia y Sus Efectos Biológicos

En el ámbito de la física, materia y energía interactúan de muchas maneras y en muchos niveles. De particular interés para la biología es cómo la energía electromagnética interactúa con la materia, en especial la materia orgánica, y cómo afecta de alguna manera forma y función de las células vivas, tejidos y organismos. Para las ciencias de la salud, estas interacciones pueden ser de interés sobre sus efectos nocivos sobre los organismos, especialmente los seres humanos.

Durante los últimos 100 años, una gran cantidad de investigaciones científicas ha descubierto y estudiado la naturaleza y las propiedades de la radiación electromagnética y la forma en que interactúa con la materia en general, y con la materia viva, en particular. La parte visible del espectro electromagnético, que fue el único fenómeno conocido por el hombre hasta el siglo 19, ha sido ampliamente estudiada respecto a esas interacciones. De hecho, hay formas de vida en la Tierra, en su mayor parte únicamente como resultado de algunas de estas interacciones, tales como la fotosíntesis, que es capaz de transformar la energía luminosa en carbohidratos. Con el descubrimiento de otras formas de energía electromagnética, como los rayos X, rayos gamma y ultravioleta, que no son visibles a los seres humanos, otros mecanismos y efectos de la interacción energía-materia se han descubierto. Por ejemplo, el carácter destructivo de los rayos X en las moléculas, células y organismos fue descubierto cuando los radiólogos han comenzado a desarrollar neoplasias de piel después de la exposición extensa y prolongada a los rayos X a principios del siglo 20, lo que dio lugar a un amplio estudio sobre la naturaleza científica de estos efectos, así como el esclarecimiento de su potencial genotóxico (tales como la inducción de mutaciones en el material genético de las células, la muerte celular, etc) ..

Como resultado de estos estudios, la ciencia ha determinado que, con respecto a sus efectos en los átomos, moléculas y sus conexiones, el espectro electromagnético se puede dividir en dos tipos.

1) Las frecuencias que tienen energía suficiente para sacar los electrones de los orbitales exteriores de algunos átomos, produciendo iones, de esta manera (o sea, átomos con carga eléctrica), que es llamado de proceso de ionización, y;

2) las frecuencias que no tienen suficiente energía para causar ionización, y que por lo tanto interactúan con la materia de otras maneras, tales como la producción de vibraciones mecánicas en los átomos, que se disipan en forma de energía térmica.

Por lo tanto, la energía electromagnética se clasifica como radiaciones ionizantes y no ionizantes, aunque sea una forma simplista ya que la clasificación implica sólo la frecuencia de la energía. De hecho, el potencial de ionización no depende sólo de sí misma, sino también de las propiedades de la materia sobre la que se centran, en

particular la vulnerabilidad de las moléculas a la ionización. Por ejemplo, la fotosíntesis depende de una etapa de ionización causada por la luz amarilla, que se considera generalmente como una frecuencia no ionizante. Otros ejemplos son los efectos de la luz sobre la melatonina en la piel, la síntesis de vitamina D y el mecanismo molecular de la visión en las células de la retina.

Fuentes naturales y artificiales

La energía electromagnética se encuentra en todas partes del universo, y tiene muchas fuentes naturales como el sol mismo (de muy lejos la fuente más grande en la Tierra, en particular para la luz visible, sino también para otras frecuencias, como la luz ultravioleta e infrarrojo), otras estrellas (rayos X, radiación cósmica, etc.) y los planetas (ondas de radio), la magnetosfera de la Tierra, etc. En efecto, a una temperatura dada, cualquier organismo vivo emite energía electromagnética, incluyendo nuestros propios cuerpos.

En el último siglo, con el descubrimiento de aplicaciones prácticas y de nuevos dispositivos que utilizan energía electromagnética, tales como tubos de rayos X, fuentes de rayos gamma para el tratamiento médico, lámparas de infrarrojos, transceptores, láser, líneas de transmisión eléctrica, motores y dinamos, dispositivos de transmisiones de radio y televisión, muchos tipos de otros aparatos electrónicos y electromagnéticos, etc., el medio ambiente en que vivimos ha sido gradual y cada vez más "invadido" por fuentes artificiales que se suman a las fuentes electromagnéticas naturales. La mayoría de estas emisiones son invisibles y tienen propiedades desconocidas por las personas en su interacción con los organismos vivos, y por lo tanto comenzaron a generar temores sobre sus posibles efectos nocivos para la salud. Este miedo es una respuesta natural y viene junto con casi todas las nuevas tecnologías como el telégrafo, el teléfono, la televisión, la computadora, el teléfono celular, y así sucesivamente.

Las intensidades de las emisiones de estas fuentes artificiales varían mucho: pueden ir de muy altas (por ejemplo, en los hornos de microondas, en los láseres y máseres de alta potencia, la comunicación de radio de largo alcance y las antenas de radar) a bajas (como en satélites geoestacionarios de comunicación y en dispositivos de comunicación inalámbrica de datos, en tecnologías de corto alcance como Bluetooth). Por lo tanto, algunas de estas fuentes puede tener efectos negativos evidentes, tales como cocinar material biológico en los hornos de microondas, mientras que otros parecen no tener efecto, al igual que los pequeños comandos inalámbricos remotos que se utiliza para abrir puertas de garaje.

Más recientemente, debido al enorme crecimiento de las comunicaciones inalámbricas móviles, especialmente los teléfonos móviles, comenzó a crecer la preocupación pública y el conocimiento sobre los posibles efectos de su uso generalizado, tanto de las estaciones radio-base y los teléfonos móviles. Esta preocupación, a su vez, llevó a la investigación científica creciente sobre la posibilidad de que las radiaciones no ionizantes (RNI), en particular en el espectro de frecuencias utilizadas en estas tecnologías, tendrían efectos biológicos en el corto, mediano y largo plazo, y podrían representar un peligro para la salud de las poblaciones humanas. De hecho, el problema es que, mismo que el efecto nocivo afectara un porcentaje muy pequeño de personas, eso podría ser muy importante, debido al uso masivo y generalizado de estas tecnologías por parte de la población, lo que resultaría quizás en un número realmente monumental de enfermedades en personas expuestas a RNI en bases diarias, con consecuentes impactos sociales y

económicos en la salud.

Estas investigaciones comenzaron a aparecer en un número significativo desde finales de 1970 y han crecido exponencialmente desde entonces, generando una enorme cantidad de información publicada. asociaciones científicas, comités y organismos gubernamentales y grupos internacionales, etc., muchos de los cuales se reunieron para discutir el tema, generando por su vez un gran número de informes técnicos y recomendaciones que se actualizan regularmente. Grupos de investigación multicéntrica de cooperación a gran escala se formaron y tornaron posible investigaciones epidemiológicas que combinan un gran número de pacientes en cada país, para las cuales se requiere muchos recursos humanos y financieros. Todo este aparato enorme, mayor de los en que participan la mayoría de las enfermedades humanas, está impulsado por la preocupación del público, especialmente en los países desarrollados, y la necesidad de establecer normas de protección y medidas cautelares para establecer límites y reglas de seguridad impuestas por los gobiernos, tanto para la regulación y para difundir información sobre los efectos de los campos electromagnéticos (CEM) producidos por el hombre mismo.

Las justificaciones de esta revisión

A pesar de que ya han sido publicados varias revisiones de la literatura muy competentes y exhaustivas sobre los efectos biológicos y en la salud de los campos electromagnéticos no ionizantes (por ejemplo, ICNIRP, 2009, Marino, 2008a, 2008b, 2009), tenemos muchas razones para creer que se justifica una nueva revisión de la literatura por especialistas en este campo en Latinoamérica, sobre todo para proveer una perspectiva regional sobre este asunto.

En primer lugar, aunque hay un grupo muy pequeño de estudios en esta área en Latinoamérica, creemos que es importante divulgar, revisar y discutir sus hallazgos. Algunas de estas contribuciones regionales suelen aportar una contribución significativa al cuerpo general de conocimientos, ya que reflejan factores profesionales, sociales, ambientales o técnicos únicos de los países de Latinoamérica.

En segundo lugar, hoy en día hay una creciente preocupación en la región acerca de los posibles efectos de las RNI en las poblaciones humanas expuestas a la misma, principalmente debido al crecimiento explosivo de las redes de datos móviles e inalámbricas en América Latina en las últimas décadas.

En un reciente informe estadístico, declaró que:

"... La penetración de la tecnología móvil en Latinoamérica y en el Caribe era de aproximadamente 80% a principios de 2009, muy por encima del promedio mundial, que fue alrededor del 58%. Con unas 458 millones de personas que tenían teléfonos móviles a principios de 2009, la Latinoamérica y el Caribe, conjuntamente representan de 12% de los 3,970 millones de suscriptores móviles a nivel mundial. Varios países, incluyendo Brasil, Argentina, Jamaica, Uruguay y Venezuela recientemente han superado el umbral de la "penetración del 100%" (Statistics of Mobile Communications in Latin America, May 2009). Según un informe de la Asociación GSM, América Latina y el Caribe lideran el mercado

mundial en términos de porcentaje de crecimiento del sistema GSM, con la adición de más de 74 millones de nuevos clientes en un año, desde marzo 2005 hasta marzo de 2006, casi el doble de su base de suscriptores, con una tasa de crecimiento de 97%. "

El temor de los efectos de la tecnología en la salud ha sido omnipresente en casi todas las clases sociales y económicas en América Latina, a pesar del amplio uso de teléfonos celulares en la población, y es a menudo alimentada por los informes en la prensa laica, que reproduce, en una manera no-crítica, todo que publica la prensa internacional. Por otra parte, un llamamiento general a legislación más restrictiva por los políticos ha producido muchas leyes que no están sólidamente respaldadas por pruebas científicas, que a menudo han causado más daño que bien. Así, el análisis y la opinión de los científicos latinoamericanos son importantes, y añaden un factor muy importante de confianza. Además, los científicos latinoamericanos son, evidentemente, más conscientes de los detalles de la utilización de las RNI, la legislación y aplicación de los reglamentos, etc., en la región, do que científicos de otras regiones.

Por lo tanto, la revisión de la literatura se llevó a cabo con estos objetivos y enfoques en mente, y siempre que sea posible se discute la contribución de América Latina para el cuerpo de la investigación en todo el mundo, y emitense recomendaciones en relación a su importancia, la aplicabilidad y viabilidad en los países de América Latina.

Con el objetivo de encontrar los documentos relevantes y de alta calidad publicados en este campo en América Latina, se realizaron búsquedas en tres bases de datos de la literatura:

1. LILACS (Literatura Latinoamerica en las Ciencias de la Salud, gestionada por el Centro Regional de Información para la Salud en América Latina y el Caribe, una agencia de la Organización Panamericana de la Salud, que se centra en revistas científicas y médicas publicadas en la región.;
2. MEDLARS, una base de datos de literatura médica gestionada por la Biblioteca Nacional de Medicina de los E.E.U.U, y;
3. La base de las publicaciones científicas mantenida por el Programa Campos Electromagnéticos y Salud, coordinado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La estrategia de búsqueda utilizada fue la de utilizar los nombres de los países de América Latina y Caribe en relación con las palabras clave adecuadas. No han sido considerados los artículos y libros publicados por los científicos y técnicos de origen latinoamericano, pero que no trabajan en la región.

Limitación de Alcance

Con estos objetivos en mente, la revisión de literatura y el análisis crítico que sigue ha limitado su alcance para incluir los efectos biológicos en la salud de los campos electromagnéticos no ionizantes (conjuntamente denominados de **bioefectos**), limitándonos a la gama de frecuencias utilizadas para radiodifusión y para la comunicación por ondas de radio y microondas, como los utilizados en radio y televisión, comunicaciones móviles de voz y datos, comunicación inalámbrica de datos, etc.

Cubrimos en la revisión no sólo los posibles efectos directos de la exposición de los profesionales que trabajan con estas frecuencias de radio (RF), así como al público en general (tanto a los usuarios y los no usuarios de equipos terminales), sino también los efectos indirectos de la RF, tales como la interferencia radioeléctrica en dispositivos médicos. La revisión no incluyó de forma intencionada, otras fuentes menos importantes de las radiaciones no ionizantes, como las fuentes de mayor potencia de RF, fuentes de alta intensidad de la luz visible, la radiación ultravioleta no ionizante, los rayos infrarrojos, o las fuentes de frecuencia extremadamente baja (ELF, en Inglés), como las utilizadas en la transmisión de electricidad de corriente alterna.

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

El enfoque tradicional y más eficaz para el estudio de causa-efecto en las ciencias biológicas es experimentar con células y organismos. La Radiobiología es el campo de las ciencias biológicas que trata de aclarar cómo las diversas formas de interacción con la radiación afecta a los seres vivos de todo tipo. El Bioelectromagnetismo es la área de la Radiobiología que cubre el estudio de los campos electromagnéticos, tanto ionizantes y no ionizantes, ya sean naturales o generados artificialmente. Estas investigaciones pueden ser puras o aplicadas, pero la mayoría de las investigaciones aplicadas es dirigida a la posible aplicabilidad de los conocimientos adquiridos a los seres humanos, tales como la vulnerabilidad a las señales externas de radiofrecuencia generadas por aparatos como transmisores de televisión y teléfonos celulares.

En esta sección, se analizan los datos experimentales recogidos sobre los efectos biológicos de la energía electromagnética de alta frecuencia, sobre todo en las frecuencias de radiofrecuencia y microondas, entre 100 kHz y 10 GHz en experimentos *in vivo* e *in vitro*, excepto en los seres humanos, que se debatirán en el próximo capítulo.

En este capítulo se incluye el cultivo de células y tejidos aislados *in vitro* o *in vivo* (animales intactos), especialmente en los mamíferos, que son fisiológicamente y genéticamente más similares a los seres humanos que las bacterias, gusanos o insectos. Por lo tanto, se espera que este conocimiento puede ser transferido a los seres humanos que, por razones éticas, no se pueden utilizar para la mayoría de los tipos de experimentos.

Los modelos *in vitro* han sido ampliamente utilizados para estudiar las interacciones de los campos electromagnéticos no ionizantes en el ámbito de las moléculas y los mecanismos bioquímicos que funcionan en los niveles celulares. Ellos incluyen el metabolismo celular y tisular, las rutas y cascadas bioquímicas, el transporte de iones a través de membranas y dentro de las células, la división y el crecimiento celular, el sistema de genes y su expresión, la síntesis de proteínas, la codificación y la transducción de la información del ADN y ARN, las enzimas y muchos otros. Teóricamente, todos los aspectos de esta compleja planta que es la célula pueden ser investigado en relación a la RF. Un punto importante, sin embargo, es que los efectos descubiertos en el nivel molecular o celular no significan automáticamente que sean pertinentes para el funcionamiento anormal o que tengan consecuencias para la salud de todo el organismo (d'Inzeo de 2009, Repacholi, 1998).

Los modelos utilizados para los experimentos *in vivo* se centran principalmente en los mamíferos, casi siempre en pequeños roedores que se reproducen en laboratorio, como las ratas y ratones. Hay muchas ventajas en utilizar estas especies: tienen más de 70% de sus genes en común con el *Homo sapiens*, son mamíferos de sangre caliente, con fisiología y sistemas bioquímicos muy similares a los nuestros, son fáciles de criar y mantener en cautividad, ocupan poco espacio, y tienen una alta tasa reproductiva (ideal para los estudios genéticos y la exposición durante toda la vida). Además, pueden ser tan genéticamente homogéneos como si quiera, incluidas las cepas que son genéticamente programadas para ser altamente susceptibles al cáncer y otras enfermedades.

En cuanto a la capacidad de transferir o aplicar los conocimientos adquiridos a través de experiencias con estos animales, es mucho más difícil. Por un lado, las ratas y los ratones son pequeños, por lo que la absorción de la radiación y propagación de RF dentro de sus cuerpos son diferentes de los de los seres humanos, incluidos los órganos de los sentidos, el cerebro y el sistema hematopoyético, que no están bien protegidos de la radiación externa por sus huesos delgados. Por otra parte, la biología de los roedores se opone totalmente a los primatas en general: son principalmente nocturnos y subterráneos, y por lo tanto tienen muy poca protección desarrollada por la evolución contra la radiación solar y otros tipos de radiación. Esto puede hacer que sean más sensibles a las frecuencias electromagnéticas no ionizantes que el *Homo sapiens*. Por otra parte, su biología del comportamiento, la memoria y, las habilidades cognitivas no pueden ser fácilmente extrapolables a los seres humanos.

La gran libertad para llevar a cabo experimentos sistemáticos con células vivas o de los organismos proporciona una amplia colección de datos y la variación de muchos parámetros, tales como el uso de varias densidades de energía de radiofrecuencia, por ejemplo, en muchas formas diferentes de exposición. Un mayor número de variables se pueden estudiar simultáneamente o por separado. En una muestra de los estudios de exposición en ratas, 151 variables fisiológicas y los datos clínicos fueron registrados. El número de individuos en los estudios de exposición de los animales es a menudo más alto que los utilizados en la experimentación humana, pero es mucho menor que en estudios epidemiológicos en humanos.

Estudios in vitro

Como las condiciones de laboratorio son más fáciles de configurar para estudios *in vitro*, y porque los sistemas biológicos parecen más simples y más estables para ser estudiados con este enfoque, hay una literatura muy voluminosa sobre las interacciones biológicas de la RF, que no tenemos intención de revisar aquí en detalle. Comentarios en profundidad han sido publicados recientemente por otros autores, y remitimos al lector a ellos (véase especialmente D'Inze de 2009; Marino, 2008a y 2008b; ICNIRP, 2009).

Los estudios *in vitro* tratan de responder a la cuestión fundamental que está en la raíz de todos los efectos biológicos potenciales de la RF, o sea, si estos efectos no se pueden demostrar de manera clara y sin lugar a dudas a el nivel de las moléculas o en preparados de células aisladas, no hay razón para continuar la investigación científica de estos efectos a otros niveles de complejidad en los organismos vivos.

D'Inze (2009) propone un modelo jerárquico, o en capas, en la interpretación de los resultados de acuerdo a estos niveles de complejidad, y que establece que:

"Los modelos de interacción que tienen como objetivo evaluar las posibles consecuencias sobre la salud suelen llevar en cuenta la compleja organización típica de los sistemas vivos. Todos los sistemas biológicos suelen ser considerados, desde el punto de vista lógico, como una superposición de niveles de complejidad, desde el nivel microscópico de los átomos y moléculas, hasta el nivel macro de todo el organismo, a través de estructuras subcelulares, células, tejidos, órganos y sistemas. (...). Debido a la compleja estructura de los sistemas biológicos, los campos eléctricos o magnéticos de teléfonos celulares suelen iniciar o promover efectos adversos para la salud de un organismo solamente a través de una serie de pasos en los diferentes niveles de complejidad biológica, desde el nivel molecular hasta los órganos y organismos".

Estos niveles son los siguientes:

1. De pequeñas moléculas y iones inorgánicos a nivel atómico y físico-químicas
2. De las grandes moléculas orgánicas tales como proteínas y ácidos nucleicos
3. De la membrana de la célula, incluyendo los receptores, canales, compuertas y mecanismos de transporte iónico activo
4. De las funciones metabólicas y vías bioquímicas en el citoplasma y organelas
5. De los agregados de células, los tejidos, las redes de las células excitables, redes inmunológicas, etc.

Por otra parte, aun cuando se demostró la existencia de efectos a un nivel, esto no

significa automáticamente que ellos son importantes o influyen en los otros niveles de complejidad por encima de ellos. Según D'Inze, "*(aunque) la funcionalidad de cada nivel está relacionada con todos los niveles inferiores, no está completamente determinada por ellos, es decir, cada nivel muestra las así llamadas propiedades emergentes.*"

Desde una abordaje didáctica, los efectos biológicos posibles de los campos de RF a nivel molecular se han clasificado en dos tipos principales:

1) **los efectos térmicos**, debido al fenómeno de calentamiento dieléctrico que es típico de las radiaciones no ionizantes (RNI), tales como microondas. La energía de la RNI no es suficientemente alta como para interaccionar con los orbitales exteriores de los átomos y por lo tanto para romper los enlaces moleculares, de modo que el calor inducido por la agitación de las moléculas polares existen en el medio ambiente contribuye al aumento de la temperatura como objetivo plausible.

Se descubrió que el efecto térmico puede producirse incluso en niveles muy bajos de energía electromagnética, porque la mayoría de las células tiene un complejo mecanismo interno de respuesta al calor, incluyendo cascadas moleculares, proteínas de choque térmico, etc. Es sabido que la exposición a temperaturas muy altas durante un tiempo suficiente puede dar lugar a la desnaturalización de algunas moléculas, como las proteínas (lo que explica la cocción de los alimentos en hornos de microondas, que tienen niveles de energía RNI extremadamente altas). Sin embargo, para calentamientos muy débiles (que pueden ocurrir cuando las células están expuestas a RF de bajo nivel), sólo los efectos indirectos mencionados anteriormente son verosímiles y están suficientemente bien documentados.

2) **los efectos no térmicos** se han propuesto teóricamente como otros posibles mecanismos de interacción que no se deben a un aumento directo o indirecto de la temperatura local. Se han propuesto muchos modelos no térmicos, y se lo han estudiado experimentalmente en preparaciones *in vitro*. Varios autores han alegado que se han podido demostrar, pero esto sigue siendo un debate abierto en la comunidad científica, ya que muchos estudios no han podido demostrar que existen los efectos no térmicos. En muchos casos, se ha argumentado que estos efectos son causados por las reacciones normales de las células vivas a la calefacción. Como se muestra a continuación, todos los efectos no térmicos que fueron reportados como algo que ocurre en las células, tales como cambios en los niveles de enzimas, ninguno se muestra como no tener consecuencias para la salud del cuerpo, porque el les compensa fácilmente a través de su mecanismos homeostáticos normales.

Así, en relación con la exposición a RF de bajo nivel, el debate se centra en:

1. si los efectos no térmicos no existen en un determinado nivel de organización;
2. si son de magnitud suficiente y
3. si interaccionan con otros niveles de complejidad por encima de ellos, jugando un papel en la fisiopatología de organismos intactos.

Como veremos, la respuesta científica ha sido abrumadoramente negativa para los tres temas.

Recientemente, más de 100 artículos en 15 revistas diferentes mecanismos de acción celular y molecular han sido revisados por D'Inze (2009), que propuso una clasificación de

los supuestos efectos no térmicos en cuatro grupos de modelos:

1. mecanismos moleculares de resonancia;
2. acoplamiento a sistemas no lineales;
3. los efectos debidos a la acción directa de los campos eléctricos y magnéticos;
4. la cooperación debida a las interacciones entre los diversos componentes de la membrana celular y sus mecanismos de transporte.

Todos estos mecanismos se han documentado de forma experimental, a veces en niveles de baja densidad de potencia de exposición, pero los autores y los revisores no están de acuerdo en cuanto al mecanismo más plausible para la interacción de radiaciones no-ionizantes en el tema. D'Inze concluye que *"sin embargo, estos resultados no son extensibles a niveles más altos de complejidad biológica y, por lo tanto, no representan posibles efectos peligrosos para la salud humana"*.

Swicord y Balzano (2009) y la ICNIRP (2009), han examinado las pruebas actuales en la literatura de estudio de los mecanismos de interacción de la RF con la materia viva, tanto a nivel celular como en el cuerpo. El lector debe referirse a estos dos estudios amplios para una cobertura más detallada al respecto. A continuación resumimos algunos de los hallazgos más significativos.

Estudios sobre la oncogénesis en nivel molecular y celular Puesto que se consideran de suma importancia los efectos potenciales de la RNI en relación con la etiología del cáncer), la oncogénesis celular y subcelular ha recibido gran atención de la investigación internacional y, en consecuencia, una amplia literatura ha sido producido en este campo . Marino *et al.* (2009) revisaron la literatura sobre estos temas antes de 2000 y de 2000 a 2007. La revisión de los artículos publicados ha llevado a una propuesta de clasificación de acuerdo con una escala de cuatro puntos (incluyendo (1) pruebas suficientes, (2) evidencia limitada, (3) pruebas insuficientes, y (4), prueba de la falta de efecto), con el fin de describir el grado de incertidumbre de los efectos revisados. La escala fue adaptada de una desarrollada por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (Repacholi y Cardis 1997).

La oncogénesis a nivel celular es sumamente compleja y aún en estudio. El cáncer es, de hecho, el nombre genérico de probablemente cientos de diferentes enfermedades con diferentes causas y diferentes historias naturales. Sin embargo, un común denominador es la inestabilidad genética causada por una cadena de cambios acumulativos en los mecanismos de reparación del ADN, la inactivación intracelular de los genes de inhibición de tumores o la expresión de oncogenes, la apoptosis de las células defectuosas, la reproducción, crecimiento y mecanismos para la supervivencia celular, etc.

Con el tiempo, estos cambios acumulados en la maquinaria genética de las células conducen a una línea celular que hereda los cambios y avances en ventaja reproductiva sobre las células normales, tornanse eternas (es decir, no mueren más), y contribuyen al crecimiento de tejido neoplásico (tumorigenesis).

Los estudios in vitro se pueden clasificar en algunas áreas de la investigación y experimentación: la genotoxicidad, la expresión de los oncogenes, la proliferación y diferenciación celular y la apoptosis.

Genotoxicidad: es el nombre dado a la propiedad de los agentes externos, como la

radiación electromagnética, de causar daño en el ADN directamente. El daño en el ADN se puede evaluar de manera experimental mediante la prueba del cometa, que identifica si se han producido daños y roturas de cadena sencilla en las moléculas de ADN dentro del núcleo (ensayo de cometa neutro) o de doble cadena se rompe (ensayo de cometa alcalino). El primero indica el daño reparable, mientras que el segundo de un daño que no se puede reparar, mucho más peligroso, porque lleva a cambios irreversibles en el material genético. Otra clase común de experimentos sirve para probar si la RF de bajo nivel es capaz de potenciar la genotoxicidad inducida por otro agente genotóxico conocido, o en líneas de células anormales (cancerosas). Otra manera de probar la genotoxicidad es investigar la aparición de micro-núcleos y de aneuploidía (número anormal de cromosomas), que están relacionadas con cambios en el ADN.

Varios experimentos de genotoxicidad de RF de bajo nivel que se publicaron antes de 2000 habían demostrado algún efecto (por lo general muy débil o difícil de interpretar debido a técnicas inadecuadas, controles insuficientes, etc.) . La mayoría de los experimentos, sin embargo, no ha mostrado efectos genotóxicos o estos no han sido reproducidos en relación a estudios previamente positivos (en algunos casos por los mismos autores, exactamente en las mismas condiciones (Marino, 2008a).

Un reciente revisión de estos autores, de 83 artículos en publicaciones que han investigado la genotoxicidad de la RNI hasta 2009, reveló que el 69% de ellos no mostraron ningún efecto, el 20% indicaron la presencia de efectos, y el restante 11% no fueron concluyentes. Una evaluación integral siguiendo la clasificación de las evidencias de acuerdo con la escala de la IARC (Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer) que referimos arriba, concluyó que no había pruebas suficientes hasta ahora para interacciones de RF de bajo nivel con potencial genotóxico, así como la potenciación de otras mutaciones. Por lo tanto, como la oncogénesis depende estrictamente de su aparición en el nivel celular, no existe hoy un mecanismo plausible para explicar la etiología del cáncer en los niveles de RF por debajo de los niveles internacionales de seguridad.

Otro parámetro de carcinogénesis en las células es la transformación de células sanas en malignas. Esto puede ser investigada a través de efectos directos (llamados de iniciación) de la RF sobre el aumento de la transformación neoplásica causada por otros agentes conocidos (llamada de co-promoción o promoción). La mayoría de los experimentos publicados hasta ahora han sido incapaces de detectar transformación neoplásica provocada por las señales de microondas utilizadas en las comunicaciones móviles, con que lo que los revisores concluyen que existe una falta de evidencia para tales efectos.

Genes que causan cáncer y expresión de proteínas:

La prueba más moderna y técnicamente superior para evaluar cuantitativamente la carcinogenicidad potencial debido a la exposición a RF de bajo nivel es el uso de técnicas de alto rendimiento de transferencia de datos para la investigación simultánea de las manifestaciones de miles de genes y la aparición de varias proteínas relacionadas a el cáncer (genómica y proteómica). Estas técnicas salieron poco después de 2000, cuando se desarrollaron aparatos para probar simultáneamente hasta 10.000 genes, utilizando las sondas de micro-matrices (micro-arrays). Entre los genes importantes para el cáncer figuran los pro-oncogenes que son parte de nuestro genoma, tales como c-fos, c-jun y c-myc, y las proteínas como p53, relacionada con la supresión del cáncer. Cuando se observa un aumento de la expresión un gen (*up-regulation*, o regulación hasta arriba, en

Inglés), su expresión se produce a un ritmo mayor de lo normal (es decir, sintetiza más de la proteína normal relacionado con él), Si la expresión se ve disminuida (*down-regulated*, o regulación hasta abajo), es lo contrario. Efectos biologicamente perjudiciales se pueden obtener en ambas expresiones, tanto las que disminuyen como las que aumentan, pero los resultados son normalmente difíciles de interpretar.

Los resultados observados hasta ahora han sido muy heterogéneos: algunos experimentos con las pruebas de expresión genética a gran escala encontraron una ausencia total de efectos de exposición a la RF de bajo nivel, mientras que otros han encontrado incremento en la expresión . Por ejemplo, Zhao R. *et al.* (2007) investigaron los efectos sobre la expresión genética de la exposición intermitente de una cultura de neuronas de rata a la RF con una SAR de 2 W / kg. Entre 1200 genes candidatos se encontraron 24 genes con una expresión elevada y 10 con disminución en la expresión. Varios otros estudios han identificado genes con expresión aumentada. Estos eran en su mayoría relacionados con la síntesis de un grupo de proteínas denominadas caspasas, que participan en la apoptosis (un tipo de muerte celular en células con defectos), mientras que el descenso en la expresión de los genes estaba relacionado a las propiedades de regulación de ciclos de vida celulares.

Se carece de datos de validación en la mayoría de estos estudios positivos, por lo tanto, su significado es difícil de interpretar. En contraste con estos estudios, otros no han proporcionado evidencia de cambios significativos en la expresión génica mediante la tecnología de microarrays. Por ejemplo, Gurisik *et al* (2006) encontraron cambios en sólo 6 de los 8400 genes analizados, sin embargo, estos fueron débilmente inhibidos. En otros trabajos, se halló muchas veces un gran número de genes o proteínas alteradas, pero sin un patrón consistente, en general, lo que nos permite concluir que se trata de efectos no específicos, muy probablemente debido a cambios bruscos de temperatura, aunque los experimentadores a menudo han argumentado que un efectuado un riguroso control de las variaciones de temperatura. Cambios de síntesis en el grupo de proteínas conocidas como hsp (en inglés, proteínas de choque térmico) en muchos de estos estudios proporcionan evidencia de que esto realmente podría ser el caso, sobre todo porque se alteran no cuando se hace incidir irradiación de RF, pero cuando la temperatura media de la cultura es aumentada.

Por otra parte, la significación patológica de la expresión génica amplia es desconocida y difícil de interpretar. En general, la revisión crítica de estos estudios han concluido que la evidencia es limitada o hay una falta de pruebas consistentes de la causalidad de los genes relacionados con el cáncer y la expresión de proteínas, bajo una exposición a la RF de bajo nivel de intensidad.

Proliferación y diferenciación celular:

Se trata de dos características importantes de las líneas de células neoplásicas: un aumento en la proliferación celular, lo que lleva al crecimiento del tumor, y una disminución en la diferenciación (des-diferenciación) de las células cancerosas, aumentando su resistencia a la quimioterapia y la radioterapia. Conjuntamente, aumentan el potencial de diseminación metastásica y el grado de malignidad del tumor. Las líneas celulares más comunes investigadas proceden de tejidos humanos normales y de fibroblastos normales de rata (células del tejido conectivo), y algunas linajes de células cancerosas, tales como linfoblastos y células tomadas de neuroblastomas. Una vez más, lo que se observa es que hay una gran variabilidad de resultados entre diferentes estudios

que son difíciles de interpretar, ya que los métodos y las condiciones utilizadas por ellos no pueden ser adecuadamente identificados y comparados, incluidos el control muy importante de exposición a la RF, midiendo con precisión el nivel de densidad de potencia, y el control de variación de control de temperatura. Los revisores (Marino *et al.*, 2009) concluyen que "no hay pruebas suficientes en general de existencia de efectos positivos de la RF de bajo nivel en estos parámetros."

Apoptosis:

La muerte celular programada, es decir, una cadena muy específica y compleja de eventos celulares que inducen defectos intrínsecos y extrínsecos en las células y conducen a una especie de "suicidio" celular. El contenido de la ruptura de la célula es digeridas por células inmunes como los macrófagos. Una familia de enzimas (las caspasas) está implicada en este proceso, por lo tanto ellas pueden ser evaluadas en estudios experimentales, proporcionando evidencia indirecta del nivel de apoptosis en los preparados *in vitro*. Hay muchos estudios que investigaron la apoptosis en las células normales y cancerosas (malignas) en varias cepas derivadas de tumores derivados de la exposición a la RF de alta y baja potencia. A la inducción potencial de la apoptosis en las células normales se considera peligroso, pero se considera beneficiosa cuando se produce en un nivel más alto en las células tumorales (que podría ser la explicación, por ejemplo, de la eficacia de algunos tipos de radiación ionizante instrumentados, como los rayos X y gamma en el crecimiento de un tumor en la oncoterapia, ya que uno de los principales defectos en el cáncer es la producción de células que son incapaces de lograr apoptosis, es decir, la formación de una línea celular "eterna"). Una vez más, el resultado global de la evaluación de trabajos publicados en esta línea de investigación es que no hay pruebas de que la exposición a RF de baja frecuencia puede inducir apoptosis en células normales, y que la RF actúe como agente pro-apoptótico externo sobre células tumorales; y una evidencia inadecuada que la exposición a RF de bajo nivel puede interactuar con agentes pro-apoptóticos conocidos en preparaciones *in vitro*.

Conclusiones de los estudios *in vitro*

La evidencia científica actual sobre los mecanismos moleculares y celulares probables de la RF ha sido revisada y evaluada críticamente por varios grupos e instituciones nacionales e internacionales. Hasta ahora, los últimos hallazgos parecen ser unánimes.

Por ejemplo:

Suecia SSI (2008) *Investigaciones recientes sobre campos electromagnéticos y riesgos para la salud - Quinto Informe Anual de la SSI: Grupo Especializado en Campos Electromagnéticos, 2007 (edición revisada del 15 de abril de 2008)*
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2008/ssi-rapp-2008-12.pdf>

La mayoría de estos estudios no mostraron efectos de la exposición a RF de los resultados estudiados, incluyendo también los intentos de reproducir los efectos genotóxicos observado en el reflejo europeo ". (...) Seis estudios recientes sobre la carcinogenicidad, algunos con tasas de exposición mayor que las utilizadas anteriormente, siempre retrata a la falta de cancinogénico efecto y dos estudios de genotoxicidad retratar el micro-núcleo o la ruptura de la cadena de ADN no aumenta después de la exposición a la RF."

ICNIRP (2009): "Exposición a campos electromagnéticos de alta frecuencia, los efectos biológicos y de salud (100 kHz - 300 GHz)"

<http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>

El mecanismo por el cual la exposición a energías de radiofrecuencia calienta el tejido biológico se entiende bien, y el efecto más notable y constante de la exposición a RF es la elevación de la temperatura, que puede causar una serie de cambios fisiológicos y patológicos en los seres humanos y animales de laboratorio. Aumento de la temperatura también es responsable de la posible confusión en los estudios in vitro y puede dar cuenta de algunos efectos positivos reportados.

La investigación en América Latina

Son muy pocos los estudios *in vitro* de los efectos biológicos de la RF que se han realizado en América Latina. Los trabajos de Heinrich y sus colegas (2006, comunicación preliminar de la base de datos de la OMS) en la Universidad Estatal de Campinas, Brasil, estudiaron los efectos de la radiación de microondas que emiten los teléfonos móviles en los cromosomas de los linfocitos humanos *in vitro*. La técnica del cariotipo espectral se utilizó para este fin. Los investigadores concluyeron que no se pudo observar daños a los cromosomas en los niveles de radiación consistente con los estándares de la ICNIRP, o por debajo de ellos, al menos para los dispositivos que funcionan a 800 MHz por las normas AMPS y CDMA. En niveles superiores a 10 W / kg se observó un cierto daño cromosómico, lo que indica un efecto dependiente de la dosis en el aumento de los cromosomas acrocéntricos y en los cambios en su longitud.

Conclusiones

Como veredicto final de la evaluación crítica de la bibliografía acerca de las funciones celulares relacionados con la oncogénesis tras la exposición a RF de baja intensidad por lo general concluye que la evidencia presentada por estos estudios hasta la fecha de una relación causa-efecto son insuficientes, o que hay una falta de coherencia en pruebas válidas. Existe una gran confusión y controversia en este campo de investigación, porque a menudo la investigación que tuvo efectos positivos no se ha podido validar o reproducir por otros investigadores. En particular, los efectos de corta duración sobre el ciclo celular y su regulación, expresión génica y la síntesis de proteínas, el daño al material genético (ADN) y la transformación en relación con la diferenciación celular y oncogénesis celular, no se puede traducir automáticamente como causal para el cáncer. Por ejemplo, la mayoría de los cultivos celulares utilizados en estos experimentos, como las células del sistema hematopoyético, son altamente susceptibles a muchos de los agentes físicos externos. Incluso pequeños cambios de temperatura los afectan, pero es probable que ocurra cuando se irradian externamente al cuerpo, ya que elimina la protección natural dada por los mecanismos homeostáticos. Por lo tanto, la relevancia de estos resultados para la salud humana puede ser cuestionada.

En la siguiente sección discutiremos sobre los estudios relacionados con el cáncer en el cuerpo intacto (*in vivo*).

Estudios experimentales en animales

Los experimentos realizados en animales representan una solución clásica y lógica de investigar de manera controlada la posibilidad de interacción de los campos de RF con los organismos biológicos completos. Este abordaje ha sido ampliamente utilizado antes de 1990, cuando se han establecido límites mínimos de exposición a la RF. Se utilizaron inicialmente altas densidades de energía, que se redujeron gradualmente hasta la cesación de los cambios en el comportamiento de los animales en determinadas condiciones de observación controlada, como la conducta motora de ratas en campo abierto.

En principio, no fue nuestra intención revisar estos trabajos en el presente informe, una vez que pretendemos centrar en los trabajos publicados llevados a cabo en condiciones de irradiación por debajo o muy por debajo de los niveles considerados seguros para los seres humanos, como los determinadas por la ICNIRP y el IEEE. El lector puede encontrar estos trabajos anteriores a 1990 en el reporte del IEEE (2005, Apéndice B).

Los experimentos con animales en la literatura publicada pueden dividirse en tres grupos:

- la inducción o la promoción de cáncer;
- los efectos en el comportamiento;
- otros cambios fisiológicos y patológicos.

A finales de 2008, según un amplio estudio por Swicord y Balzano (2009), habían 781 trabajos registrados en la base de datos del Proyecto EMF y Salud de la OMS, de informes de investigación sobre los efectos de los campos electromagnéticos en el rango de 0,1 a 100 GHz sobre animales. La mayoría de las investigaciones utilizaban roedores de laboratorio (ratas y ratones) y han investigado los efectos de las radiofrecuencias de 900 MHz a 2,5 GHz, que son los más utilizados actualmente en las comunicaciones móviles, como la comunicación celular y el PCS, e inalámbricas de datos.

Como se mencionó anteriormente en esta revisión, los resultados obtenidos de estos animales no son necesariamente válidos para los seres humanos y otros animales, ya que la absorción característica de RF en estos organismos es diferente, así como diversos aspectos de su biología. Curiosamente, a pesar de la importancia de conocer la distribución de los campos de RF en los cuerpos de estos animales, sólo un estudio publicado hasta el momento se ha preocupado por la dosimetría en los animales.

Debido a esto, los medios de comunicación de masas que informan al público en general sobre los posibles efectos nocivos para los seres humanos según los estudios hechos en animales, como estos, pueden ser muy engañosos. Esto ocurrió en parte debido a el hecho que estas publicaciones a menudo omiten las dificultades metodológicas y

advertencias acerca de la interpretación de sus resultados y su traducción para la salud de los seres humanos, y debido a que algunos estudios han sido seleccionados por su potencial sensacionalista, y no porque estaban basados en un sólido consenso científico.

Los estudios en animales cubren una amplia gama de organismos y estructural y funcional, y se presentan en la tabla siguiente (adaptado de Swicord y Balzano (2009), con permiso):

Tipo y número de estudios *in vivo* publicados de RF hasta el año 2009

Tipo de estudio <i>In Vivo</i>	Publicados	% Total
Comportamiento animal, cerebro, bioquímica, neuropatología, interacciones entre medicamentos	140	17,9%
Teratogenicidad, reproducción, desarrollo	117	15,0%
Efectos térmicos	85	10,9%
Funciones inmune e hematológica	83	10,6%
Barrera hemato-encefálica, y flujo sanguíneo en otros tejidos	56	7,2%
Patología ocular	37	4,7%
Patología auditiva	36	4,6%
Genes y expresión génica, actividades proteicas	29	3,7%
Micro-núcleos y aberraciones cromosómicas	28	3,6%
Radiación y actividad biológica genéticamente iniciadas en tumores	27	3,5%
Estrés oxidante	24	3,1%
Presión sanguínea, frecuencia cardíaca, circulación y frecuencia respiratoria	23	2,9%
Daños al ADN, mutaciones	19	2,4%
EEG, potenciales evocados, perturbaciones en el sueño	19	2,4%
Bioanálisis de largo plazo de roedores	19	2,4%
Cambios hormonales	12	1,5%
Estudios de calcio e otros iones	10	1,3%
Actividad biológica de cepas celulares tumorales	5	0,6%
Otros estudios en animales	5	0,6%
Proliferación, tasas de crecimiento de tejidos y análisis del ciclo celular	5	0,6%

Estudios en animales con múltiples parámetros examinados	1	0,1%
Experimentos de dosimetría en animales	1	0,1%
	Total	781

La mayoría de los estudios (en torno al 71%) están comprendidos en las siguientes categorías:

- efectos térmicos
- comportamiento animal
- bioquímica del cerebro
- neuropatología
- teratogenicidad
- reproducción y desarrollo
- función inmune
- sistema hematopoyético
- barrera hemato-encefálica
- sistemas visuales y auditivos

Otros 14% se refieren a los efectos sobre el material genético y las funciones celulares y bioquímicas en condiciones *in vivo*.

Debido al gran número de estudios, hemos centrado nuestro análisis en aquellas que consideramos son las tres áreas más importantes: efectos sobre la barrera hemato-encefálica, oncogénesis (promoción e inducción de cáncer) y la supervivencia a largo plazo bajo exposición crónica.

Efectos sobre la barrera hemato-encefálica

La barrera hemato-encefálica (BBB, o *Blood-Brain Barrier*, en inglés) tiene una función muy importante en los mamíferos, que es fomentar una barrera selectiva entre la oferta externa de sangre al cerebro y su medio interno (líquido extracelular). Este sistema consiste en membranas únicas y complejas y en células de apoyo nutricional y vascular del cerebro (células gliales), que proporcionan una especie de filtro selectivo que impide que las sustancias no deseadas que circulan en la sangre (y que podrían tener efectos tóxicos sobre las neuronas, por ejemplo) se presenten en el ambiente interno del cerebro. Por lo tanto, cualquier cosa que debilite o abra los controles de la BHE suele ser potencialmente dañina para la salud del cerebro.

Los primeros estudios de BBB y campos electromagnéticos surgieron en 1977, y sugerían que la irradiación de las ratas con RF a niveles inferiores a los estándares de seguridad actuales causaría un perjuicio a la permeabilidad selectiva de la BBB. Estos estudios utilizaron una metodología estandarizada para detectar cambios en la permeabilidad, con pigmentos solubles en agua o compuestos de radionúclidos que normalmente no atraviesan la barrera.

La investigación publicada por el grupo de Salford en Suecia (1993) con una serie de más de 1.600 ratas, mostró inicialmente que la BBB ha cambiado su permeabilidad a la albúmina, una proteína común en la sangre, pero no al fibrinógeno, inmediatamente después de ser irradiados por dos más de 7 horas por día, por 14 días, con señales de telefonía celular GSM a 900 Mhz de frecuencia.

Esta investigación ha sufrido intensa presión para ocultarse y provocó una alerta importante en la prensa y en el público en general. Más tarde Salford indirectamente intentó demostrar que la albúmina que pasaba por el BBB se acumula alrededor de las neuronas en el líquido extracelular de la columna vertebral y del cerebro, y por lo tanto suelen causar lesiones y muerte neuronal en varias zonas del cerebro (Salford 2003). Además, el autor propuso que estas lesiones podrían ser responsables de un déficit en la memoria observada en un pequeño grupo de ratas irradiadas (Nittby *et al*, 2008). Por otra parte, el mismo grupo de investigación sugirió que había una relación dosis-efecto entre el nivel de exposición, medido por un SAR entre 0,1 a 1,2 W/m, y el aumento de la permeabilidad a la albúmina, que podría ser responsable por la muerte neuronal (Eberhardt *et al* 2008).

Según Balzano & Swicord, desde 1990 algo así como 52 trabajos investigaron experimentalmente los posibles efectos de la RF en la ruptura de permeabilidad de la BBB. Después de agrupar los varios resultados de un mismo laboratorio, llevando a un total de 29 estudios, los resultados mostraron que 11 estudios no pudieron demostrar tales efectos, 10 reportaron algún tipo de efecto térmico y otros efectos, y lo restante posiblemente debidos a efectos no térmicos (27,5%). Los niveles de radiación empleados variaron ampliamente entre los estudios y no se documentaron en el nivel de los tejidos, lo que hace difícil comparar los trabajos entre si. Además, en la mayoría de estudios no se controló lo suficiente como para descartar otras posibles factores presentes durante el estudio, tales como manejar el estrés o trauma en la cabeza, que se sabe que afectan el BBB.

La explicación más plausible para los 8 restantes estudios es que también se deberían a los efectos térmicos. Por ejemplo, se demostró por Sutton y Carroll (1997) que la elevación gradual de la temperatura del cerebro a 40 ° C se ha producido durante una exposición típica de las ratas, debido a la alta permeabilidad a la RF externa, por los huesos delgados y el pequeño tamaño de la cabeza de estos animales, provocando un aumento de la permeabilidad a el BBB. Este efecto fue disminuido por una perfusión cerebral con sangre fría. Merritt *et al* (1978) compararon los efectos sobre la BBB causada por el aumento de temperatura mediante una corriente de aire caliente sobre todo el cráneo de los animales, simultánea a la exposición a la RF, y obtuvieron efectos similares. Más recientemente, Fritz *et al* (1997) y Ohmoto *et al* (1996) demostraron experimentalmente que el aumento de temperatura causado por el calentamiento del tejido cerebral por RF puede ser en su mayor parte la explicación de la ruptura de la BBB en ratas.

Con una sola excepción, los efectos sobre la BBB no han sido estudiados en animales más grandes tales como perros, gatos y monos, que tienen una configuración más similar al cráneo humano. Como la temperatura del cráneo de los seres humanos no cambia significativamente cuando se utiliza un teléfono celular durante varios minutos, según lo confirmado por los estudios que utilizan imágenes funcionales obtenidas por tomografía PET, no se espera que se produzca un efecto perjudicial de la interrupción de la BBB en

los seres humanos .

La inducción y la promoción de cáncer

Los estudios experimentales *in vivo* sobre teratogenicidad (inducción y promoción de los tumores y/o cánceres de la sangre, como la leucemia) representan, obviamente, una importante línea de cuestionamiento, ya que la posibilidad de los efectos de la exposición a la RF por debajo de los umbrales internacionales de seguridad, a largo plazo, es una de las más temidas.

Esto ocurriría posiblemente debido a roturas en el ADN, a la formación de micro-núcleos, etc., inducidas por esta radiación. Estos estudios *in vivo*, que son en su mayoría realizados con roedores de laboratorio pequeños, emplean varias técnicas para determinar la actividad biológica de los tumores, los efectos sobre el material genético, etc., similares a los reportados en la sección anterior sobre los estudios *in vitro*. Puede ser utilizado tanto en animales sin antecedentes de tumores (los llamados estudios de inducción), cuanto en animales con tumores anteriormente causados por agentes carcinógenos conocidos (los llamados estudios de promoción). La aparición de los predecesores de desarrollo molecular intracelular de los tumores es otra posible línea de investigación.

Inicialmente, hay que admitir que sólo los supuestos efectos no térmicos de las radiofrecuencias se asociarían con teratogénesis en animales de experimentación, debido al hecho conocido que la hipertermia normalmente no incrementa el desarrollo de tumores (Dewhirst *et al* 2003). Uno de los primeros estudios en animales experimentales en este sentido (Chou *et*, 1992) reportó un pequeño aumento en la incidencia de tumores en ratones irradiados por dos años con RF. Los autores consideran que estos resultados no podrían ser biológicamente importantes, ya que la supervivencia de los animales no se vio afectada. Otro estudio de gran impacto en la ocasión ha sido realizado por el Dr. Repacholi *et al* (1997) en Australia, y que halló una mayor incidencia de folículos linfocíticos en ratones transgénicos expuestos a la RF por 18 meses.

En este punto, una revisión de la literatura sobre la promoción y la inducción de cáncer por el mismo autor senior (Repacholi, 1997), concluyó que la situación era muy contradictoria e incoherente, y que las investigaciones estimaban que no existían esos efectos, en realidad. Sin embargo, surgieron varias cuestiones metodológicas en relación con los parámetros de exposición utilizada en los estudios iniciales, y varios estudios de replicación, como Utteridge *et al.* (2002) y Oberto *et al* (2007) no pudieron confirmar estos resultados.

Otra investigación fue realizada por Anghileri *et al.* (2005), quien informó que la exposición a RF de las ratas incrementó su mortalidad, probablemente mediante la producción de cambios en el calcio intracelular, debido a los efectos no térmicos como un posible factor desencadenante. Sus resultados, sin embargo, no han podido ser confirmados o reproducidos por otros investigadores, ya que no se dispone de ninguna información sobre los niveles de exposición, y por haber utilizado un pequeño número de animales en el grupo experimental.

Tras la sugerencia de Repacholi, varias otras investigaciones experimentales han sido realizadas en los años siguientes, de modo que en otra revisión de la literatura realizada por el autor, en co-autoría con Elde, en 2003, concluyó que "*el peso de la evidencia de 18*

estudios muestra que la exposición a energía de RF en nivel bajo no afecta a la supervivencia a largo plazo y la incidencia de cáncer en mamíferos de laboratorio."

A pesar de esta declaración inequívoca, los primeros resultados de la inducción de cáncer en animales continuaron provocando una serie de otros estudios en los años siguientes. De acuerdo con la revisión de Swicord y Balzano (2009), 40 de estos estudios han sido publicados desde 1990. El tiempo de exposición variaban desde varias semanas a más de dos años, y la mayoría de estudios han investigado la exposición continua (20-22 horas al día, 7 días a la semana), bajo irradiación de RF utilizada en las comunicaciones móviles, con varias frecuencias y modulaciones de amplitud. La densidad de potencia y SAR utilizadas en la mayoría de los estudios fueron similares a los generados por los teléfonos móviles cerca de la cabeza ($4W/m^2$).

Aunque el SAR usado y tiempos de exposición muy por encima de los que los usuarios normales de telefonía celular experimentan en términos de duración acumulada durante toda la vida, y teniendo en cuenta las distribuciones de campos de RF en los cráneos completamente diferentes de animales de experimentación, en comparación con los seres humanos, el 92,5% de los estudios no mostraron un efecto significativo en la formación del tumor.

La supervivencia a largo plazo

Como hay una incidencia significativa y bien documentada de efectos en animales de la exposición de RF a corto plazo e en altos niveles de energía térmica, otros estudios han buscado investigar los efectos de exposición a la RF en niveles muy inferiores. En lugar de buscar cambios específicos en los sistemas y órganos, para investigar los efectos perjudiciales en términos de longevidad reducida, comparándolos con los animales no expuestos (grupo control). se utilizó la radiación crónica continua de bajo nivel, es decir, simulando condiciones similares a las de los organismos que viven cerca de estaciones radio-base. La mediana de supervivencia de los grupos de animales irradiados no se vio afectada en el 95,8% (23 de los 24 estudios), por lo tanto los efectos no térmicos no se pudo demostrar en este nivel.

Investigaciones en América Latina

Como era de esperar, encontramos sólo unos pocos estudios en animales publicados en revistas nacionales e internacionales revisada por expertos. Todos eran debidos a investigadores en el mismo estado de Brasil (Río Grande do Sul).

Ribeiro *et al* (2007) investigaron los efectos de la exposición subcrónica a una RF de 0,8 GHz emitidos durante una hora al día por 11 semanas para un teléfono móvil GSM convencional sobre la función testicular en ratas adultas. No hubo diferencia estadísticamente significativa para la temperatura rectal antes y después del período de exposición, el peso del testículo y del epidídimo, los niveles de peroxidación lipídica en estos órganos, la testosterona sérica y el contenido de espermatozoides totales en el epidídimo, la fase de retención y maduración de las espermátidas en la etapa de X-SIX, la infiltración intersticial, vacuolización celular y células gigantes multinucleadas. Los autores concluyeron que la exposición no afecta la función testicular en ratas adultas.

Ferreira *et al* (2006a) investigaron la ocurrencia de lesiones cromosómicas en los leucocitos en crías de rata expuestas in útero a bajos niveles de RF, como los usados en

la comunicación celular GSM utilizando la prueba de micro-núcleos. La actividad de enzimas antioxidantes, los niveles totales de los radicales sulfhidrilo, proteínas del grupo carbonilo y de las especies de ácido tiobarbitúrico se evaluaron en sangre periférica y el hígado. Los autores observaron un aumento significativo en la incidencia de micro-núcleos, pero ningún cambio en el metabolismo oxidante, llegando, por lo tanto, a la conclusión de que la RF tendría potencial genotóxico en embriones de ratones expuestos durante la embriogénesis, pero sin hallar un mecanismo explicable.

El mismo grupo (Ferreira et al, 2006b) investigó el efecto agudo de la exposición a RF sobre enzimas antioxidantes, sobre el daño de defensa no-enzimática de lípidos y sobre la oxidación de las proteínas en la corteza frontal y en el hipocampo de ratas, mediante la realización de análisis de malonaldehído (MDA), daño de lípidos y proteínas carbonilo oxidativo, respectivamente. No hubo cambios en los lípidos y en el daño de proteínas, así como los mecanismos de defensa no-enzimáticos a en la corteza frontal y el hipocampo.

Conclusiones

Los efectos de la RF parecen ser significativos sólo cuando el calentamiento de los tejidos internos se realiza a temperaturas más altas, es decir, cuando el SAR y las densidades de energía electromagnética están muy por encima del umbral de seguridad. Por debajo de estos niveles no se produce calentamiento significativo, especialmente en la cabeza bien protegida de los seres humanos.

Se esperaba que los efectos observados y coherente en los animales podían ser explicadas en base a los supuestos efectos no térmicos. Sin embargo, la conclusión general, después de 20 años de estudios en animales, es que este efecto no se pudo demostrar hasta ahora. Por lo tanto, no hay existencia de un efecto notable y persistente de la RF en animales intactos, por lo menos en los niveles de RF por debajo de los estándares internacionales. Los pocos estudios que examinaron los efectos no térmicos más bien controlados sobre la interrupción de la permeabilidad de la BBB, la inducción y promoción del cáncer y la supervivencia global a la exposición crónica a la RF suelen explicarse por sutiles efectos térmicos no controlados.

En resumen, lo que se refiere los posibles mecanismos de interacción de los campos de RF, en estudios experimentales tanto *in vitro* como *in vivo*, los autores e instituciones que han realizado un examen crítico de toda la literatura publicada (por ejemplo, Swicord y Balzano, 2009 y ICNIRP, 2009) se pueden concluir que:

"El análisis de la base de datos en su conjunto, teniendo en cuenta tanto las teorías propuestas física y los resultados de más de 1700 publicaciones nos lleva a la conclusión de que no se puede encontrar cualquier efecto no térmico de bajo nivel entre 150 MHz y 150 GHz, y que son extremadamente poco probable que estos efectos de entre 10 MHz y 300 GHz".

Estudios experimentales en seres humanos

Se han expresado muchas preocupaciones acerca de las posibles interacciones entre las emisiones de radiofrecuencia (RF) de baja intensidad y los principales sistemas de órganos humanos, como los sistemas nervioso, circulatorio, reproductivo y endocrino, en especial las radiaciones no ionizantes emitidas por dispositivos de comunicación inalámbrica, como teléfonos móviles (IEGMP, 2000).

Una forma de investigar las relaciones de causalidad en esta área consiste en realizar experimentos con voluntarios humanos en circunstancias controladas (llamados de **estudios de desafío**). La mayoría de estos experimentos con exposición a campos de RF son realizados en corto y mediano plazo, dentro de la misma gama de frecuencias y niveles iguales o por debajo de los estándares de seguridad utilizados en las tecnologías de telecomunicación, a fin de excluir los efectos térmicos. Por lo tanto, ellos asumen que los efectos no térmicos podrían estar presentes.

En este capítulo se revisa la literatura reciente sobre los estudios experimentales en seres humanos, centrándose en determinados sistemas de órganos. La gran mayoría de los informes de investigación han estudiado el efecto de las radiofrecuencias y sus modulaciones utilizadas en los sistemas de comunicación para el teléfono celular, debido a su ubicuidad en el mundo.

Los resultados experimentales publicados hasta ahora han utilizado diversos diseños, tales como el de autocontrol, los controlados no aleatorizados o aleatorizados, los diseños cruzados, ciegos y no ciegos, etc. (Ver Anexo I de este informe para una breve explicación metodológica sobre estos diseños experimentales). La calidad y solidez de las pruebas varían ampliamente entre estos proyectos, por lo que a veces es difícil comparar los resultados experimentales entre los diferentes estudios y llegarse a conclusiones claras.

Lo que también hemos observado es que, a pesar del gran número de estudios publicados, la proporción de aquellos que tienen diseños de alta calidad aún baja en la literatura experimental. La mayoría de los estudios que se han centrado en los teléfonos móviles, así como en otros tipos de exposición a RF de diversas fuentes, profesionales o no, no abordan adecuadamente el problema. Por otra parte, debido a las limitaciones éticas, sólo unos pocos sistemas de órganos y funciones han sido estudiados, y pocos experimentos con exposición a largo plazo de tiempo han sido llevados a cabo, por lo tanto poca información está disponible sobre los posibles efectos de las radiaciones no ionizantes (NIR) en largo plazo sobre parámetros biológicos en seres humanos.

Estudios sobre el sistema nervioso y el comportamiento

Varias revisiones de la literatura sobre la exposición aguda a la RF en el sistema nervioso

de los seres humanos han sido publicados (por ejemplo, IEGCP 2001, Valentini *et al*, Hossmann y Hermann 2003, D'Andrea et al, 2003a, 2003b 2007). Los estudios experimentales de las funciones más comunes del sistema nervioso central (SNC) se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Actividad eléctrica del cerebro, espontánea o inducida por la estimulación, tales como electroencefalograma (EEG) y potenciales relacionados con eventos (ERP);
- Flujo sanguíneo y metabolismo del tejido nervioso;
- Cognición y atención, tiempo de reacción;
- Sueño y vigilia.

D'Andrea y otros (2003a y 2003b) analizaron los efectos de la exposición a la RF en el sistema nervioso en general y sobre el comportamiento y la cognición. Ellos tuvieron dificultades para establecer un conjunto coherente de conclusiones acerca de los peligros para la salud humana debido a las variaciones entre los estudios, incluyendo los parámetros de exposición, tales como la frecuencia, la orientación, la densidad de potencia y duración de la exposición.

Son reales y bien documentadas las consecuencias adversas de la exposición a la RF de alta potencia sobre el comportamiento, o sea, la que presenta energía suficiente para inducir efectos térmicos en el cerebro humano (Goldstein et al, 2003), y estas investigaciones han servido como una base firme para el establecimiento de varias normas y límites de seguridad, desde la década de 1980.

La hipertermia, por supuesto, tiene varios efectos perjudiciales sobre el tejido nervioso en general y en los nervios periféricos, en particular, por lo que la exposición a altos niveles típicos de accidentes en el trabajo puede promover lesiones reversibles e irreversibles. En una revisión de los efectos de los CEM sobre el dolor, Hocking y Westerman (2003), encontraron en varios estudios de casos que, después de exposiciones de alto riesgo, los nervios pueden sufrir lesiones graves, como la disestesia (pérdida de sensaciones periféricas). Afortunadamente, sólo una pequeña proporción de personas expuestas de esta manera reportan síntomas graves.

Sin embargo, la primera pregunta debería ser: ¿hay un efecto de calentamiento de la radiación RF de bajo nivel de intensidad? La mayoría de usuarios reportan un sentimiento subjetivo de calor en la piel de la cara y de la oreja después de unos minutos mientras hablan a un teléfono celular estándar cerca de su cabeza. Este aumento se determina objetivamente en una orden de 2 a 3 grados C después de 6 minutos de uso, sobre todo debido al calor atrapado por sostener el teléfono con una capa de plástico o metal en contacto con la cabeza, y no la absorción de RF en los tejidos de la cabeza (Anderson y Rowley, 2007). Los estudios experimentales usando termografía de alta precisión en ambos lados de la cabeza de los voluntarios, sin embargo, mostraron que la distancia del aparato de la cabeza, el calentamiento de la batería y la disipación de potencia del dispositivo son los factores principales que llevan a un aumento estadísticamente significativo en la temperatura de la piel, mientras que la exposición a la RF no tiene este efecto (Straume et al., 2005).

Una forma de documentar que se pasa dentro de la cabeza, en las meninges y en el parénquima cerebral sería realizar estudios de imágenes funcionales del cerebro que registran las respuestas del flujo sanguíneo cerebral regional (FSCr) mediante las

respuestas observadas en una PET (Tomografía por Emisión de Positrones).

En la PET, la formación de imágenes 2D y 3D es obtenida desde marcadores radiactivos de corta media vida, incorporados en las células rojas de la sangre para cuantificar el flujo, o sea, el examen es capaz de mostrar la ubicación espacial de mediana resolución de cambios en el flujo de sangre debidos al aumento de la temperatura local. Haarala et al (2002) y Aalto et al (2004) fueron los primeros en utilizar este método. Ellos mostraron una reducción del FSCr en el lóbulo temporal, cerca de la antena del teléfono, y un pequeño aumento en una zona más alejada, en la corteza prefrontal. Huber et al (2005) también investigaron en hombres jóvenes y sanos el efecto de la exposición a estaciones radiobase típicas y a teléfonos celulares en las imágenes de PET, y observaron un aumento del FSCr en la corteza prefrontal dorsolateral en el lado de la exposición.

Este parámetro puede reflejar dos fenómenos, sin embargo, calefacción local, con el consiguiente aumento en la compensación del flujo sanguíneo, o un aumento en la actividad funcional del tejido nervioso, que también conduce a un aumento de los niveles locales de FSCr. Desde que otras áreas de la corteza no se activan, probablemente el estudio PET reflita un cambio funcional en un área relacionada con el procesamiento emocional, en vez de un calentamiento localizado. Si el calentamiento es causado por una proximidad a la fuente de RF entonces se esperaría observar un gradiente de temperatura que emana desde las proximidades de la fuente y disminuye a lo largo de un camino por el cuero cabelludo, el cráneo, las meninges, y luego, el tejido cerebral adyacente a la fuente cercana a las orejas. Este gradiente se correlaciona bien con los estudios termográficos de la superficie del hueso de la cabeza y temporal, pero no en el tejido cerebral.

Por último, una de las preguntas de investigación más importante es si los niveles de RF por debajo de los efectos térmicos suelen provocar cambios en el sistema nervioso y sus funciones. D'Andrea y otros (2003) concluyeron que al menos durante el período objeto de examen, no había pruebas concretas para tales efectos subtérmicos y que casi todas las pruebas pueden ser explicadas por la generación de calor en el tejido nervioso.

Cognición, memoria y atención

Un pequeño número de experimentos se llevó a cabo antes de 2000 (Preece et al. 1999, Koivisto et al, 2000, 2001) y han sido analizados en detalle por el Informe Stewart (IEGCP, 2001). El objetivo de estos estudios fue detectar los efectos nocivos de los campos de RF en las funciones cognitivas, tales como en el tiempo de reacción, memoria a largo plazo, atención, concentración mental, entre otros.

Hay varios métodos confiables para registrar y cuantificar las variables comportamentales y cognitiva, aplicando técnicas estándar, instrumentadas o informatizadas. Estos experimentos reportaron un gran conjunto de variables (14-30) evaluadas en sujetos con un diseño experimental cruzado y una baja densidad de potencia de la radiación generada por el uso de teléfonos móviles cerca de la cabeza.

Pequeñas diferencias se observaron durante la irradiación, en comparación con la exposición simulada, en una o dos variables, tales como tiempo de reacción simple, una tarea mental en reposo y una tarea de vigilancia. Sorprendentemente, en todos los estudios involucrando RF se observó una reducción del tiempo de reacción (TR) hasta 20 a 36 milisegundos, un valor que se considera muy importante, sin una reducción en la

precisión a expensas de la velocidad, y as veces con un aumento en la precisión.

Ambos grupos de investigadores han sugerido que la exposición a las señales de móviles en los niveles de energía dentro de las normas de exposición existentes demuestran claramente efectos biológicos que son de magnitud suficiente como para influir en el comportamiento. Propusieron que el posible mecanismo podría ser el efecto de aumentos de temperatura pequeños sobre la transmisión sináptica en la región de la corteza cerebral directamente ubicada cerca de la antena (estudios de PET, sin embargo, mostró que estas variaciones no se producen, por ejemplo, Huber et al., 2005). Otros estudios proporcionarían más datos sobre la existencia de este efecto en la atención. Por ejemplo, Papageorge et al (2006) informaron que la radiofrecuencia que emiten los teléfonos móviles afecta el procesamiento de la información pre-atenta, por observación del llamado componente P50 del potencial evocado auditivo.

Sin embargo, existe un número significativo de estudios contradictorios, especialmente cuando se utilizan los estudios bien diseñados experimentales, como la exposición diferencial a ambos lados de la cabeza, y un diseño controlado aleatorizado, doble-ciego. En estas condiciones Haarala et al, (2004, 2005, 2007), Curcio et al (2008), Besset et al (2005), Krause et al. (2007) y Russo et al (2006) no han encontrado evidencia de un efecto diferencial de la exposición a las señales de móviles en la memoria cognitiva, y diversas tareas de atención, incluso no han confirmado el primer estudio de Preece y Koivisto y el de Papageorge. Haarala et al (2005) concluyeron que un teléfono móvil estándar no tiene ningún efecto sobre las funciones cognitivas de los niños, si se miden por la velocidad y precisión de respuesta. También con los adolescentes, Preece et al (2005) fueron incapaces de reproducir sus propias experiencias de 2001, negando la evidencia de los efectos cognitivos de los teléfonos móviles.

Se sugirió por los revisores que, si bien en algunos estudios de las respuestas se ha obtenido en un tiempo más corto, esto no debe interpretarse como un efecto beneficioso de los teléfonos celulares, ya que podrían ser perjudiciales en las situaciones más complejas. Además, puesto que ningún experimento de larga duración se llevó a cabo, hay poca relevancia de dichos estudios a la cuestión de si el uso del teléfono celular es dañino para la salud. También faltan más estudios en niños (Sienkiewicz et al, 2005)

Electrofisiología y del sueño

Se han realizado muchos estudios electrofisiológicos sobre los efectos de los campos de RF en la salud humana en el EEG aguda y en los ERP en situaciones de estimulación aguda, con resultados modestos. Algunos estudios no pudieron mostrar ningún efecto, mientras que otros reportaron efectos pequeños sobre estos parámetros, sobre todo por los cambios sutiles en algunas partes del espectro del EEG. Por ejemplo, D'Costa et al (2003), Huber et al (2002) y Curcio et al (2005) hicieron experimentos controlados ciegos de exposición aguda para ver si el poder espectral de EEG durante la vigilia fue influenciado. Todos los experimentos encontraron un pequeño aumento en la banda alfa. Este efecto fue confirmado recientemente por un diseño cruzado doble ciego aleatorizado con 120 voluntarios (Croft et al. 2008). La modulación del pulso de RF fue necesaria para inducir cambios en el EEG en vigilia y en sueño. Loghran et al (2005) mostraron una rápida disminución de la latencia de movimiento ocular y de aumento de potencia espectral de EEG en el rango de frecuencias entre 11,5 a 12,25 Hz para la parte inicial del sueño después de la exposición. Otros estudios han demostrado un mayor rapidez de la relajación muscular y una ligera inducción del sueño REM (movimientos rápidos de los

ojos) en el primer período de sueño, sin efectos negativos sobre la salud del sueño.

Recientes estudios experimentales realizados con mejores metodologías, como diseños controlados doble ciego cruzados, han determinado que, aunque estos efectos existen en el EEG, son bastante modestos y que "los efectos en el EEG se mezclaron, sistemática e inconsistentemente con los informes anteriores. Los efectos de las radiofrecuencias en las respuestas eléctricas oscilatorias del cerebro suelen ser sutiles, variables y difíciles de replicar, por razones desconocidas "(Krause et al. 2007, Hinrikus et al, 2004).

En estudios previos en que los investigadores habin descubierto aparentes efectos en el sistema nervioso (cognición, EEG y sueño), revisados en 2001 por el Informe Stewart, el habia sugerido que *"la exposición a las señales de telefonía móvil a niveles de exposición por debajo de las normas de exposición existentes tienen efectos biológicos que son de magnitud suficiente como para influir en el comportamiento. El mecanismo causal no está clara, pero podría incluir un pequeño efecto de calentamiento localizado. La cuestión de los efectos sobre la seguridad de los teléfonos móviles es incierta. "*

En otra revisión de la literatura de la década anterior, Valentini et al (2007) también llegaron a la conclusión de que la RF pueden influir en la fisiología normal a través de pequeños cambios en la excitabilidad cortical. La importancia de estos resultados para la salud de los usuarios es todavía desconocida y hay mucha controversia sobre su existencia y significado, una vez que los estudios mejor controlados, realizados en 2007 y 2008 no pudieron proporcionar ninguna confirmación. Variables no controladas y las fluctuaciones aleatorias debido a pequeñas muestras pueden ser responsables de las respuestas positivas observadas. Por lo tanto, la propuesta de un mecanismo específico presentemente no parece justificado.

Aunque estas conclusiones fueron impugnadas por los estudios más recientes, doble ciegos, que emplean mejores formas de control. Por ejemplo, Inomata-Terada et al (2008) investigaron si los pulsos de RF emitidos por teléfonos móviles tendrían un efecto a corto plazo en la corteza motora humana, mediante la medición de potenciales evocados motores (MEP) causada por un solo pulso de estimulación magnética transcraneal (TMS) antes y después de la exposición al teléfono celular (activo o falsamente activo). No se detectaron efectos en el corto plazo.

En relación con el sueño, Roschke y Mann (2004) revisaron la literatura científica sobre los efectos de los campos de RF. Se encontraron varios estudios previos que mostraron una serie de efectos leves de inducción del sueño y aumento de la potencia promedia de las ondas alfa en el EEG de sueño inducido por RF, que fueron consistentes con los experimentos del EEG en reposo. Llegaron a la conclusión, sin embargo, que *"en el nivel actual de conocimiento, no hay conclusiones definitivas que se pueden extraer de los datos disponibles sobre riesgos para la salud. Aunque parece haber algunos efectos biológicos, estos no constituyen prueba de los efectos adversos para la salud."*

Una demostración de estos efectos para el uso intensivo de teléfonos celulares durante el día tendría consecuencias potenciales en términos de salud, ya que el sueño es muy importante para el bienestar general y su interrupción podría llevar a un deterioro de las funciones cognitivas, la memoria y a el estrés.

Recientes estudios mejor preparados no han podido demostrar ningún efecto de la exposición a RF de bajo nivel de los teléfonos móviles sobre la función del sueño. Fritz et

al (2008) investigaron el efecto de la exposición durante seis noches, no sólo en los parámetros del sueño evaluados por polisomnografía, sino también en una serie de pruebas neuropsicológicas. El análisis de datos se realizó mediante la comparación de la noche de sueño de referencia con la exposición de la primera y última noche y los dos primeros ciclos de sus noches de sueño. Encontraron *"un efecto significativo, tanto en los parámetros del sueño convencionales o los espectros de energía en el EEG y la dimensión de correlación, así como sobre las funciones cognitivas."* Su opinión era que *"los estudios del sueño realizado previamente han arrojado resultados inconsistentes con respecto a la exposición a corto plazo. Además, los datos sobre el efecto que la exposición a corto y largo plazo puede tener sobre el sueño y sobre las funciones cognitivas"* .

Otros resultados negativos fueron reportados por Kleinlogel et al (2008) para EEG y potenciales evocados relacionados a eventos, tareas y atención visual y auditiva, en un estudio aleatorio, cruzado, doble ciego.

Una posible explicación para los ligeros cambios en los niveles de conciencia, en el tiempo de reacción y en el procesamiento cognitivo y otros que merecen mayor investigación, podría ser de que algunas personas son más sensibles a estímulos muy sutiles que emanan de los dispositivos que emiten radiofrecuencia reales, en comparación con el ficticio. Esto podría ser, por ejemplo, una vibración ultrasónica, una sensibilidad de la piel a temperaturas más altas, o de otro tipo. Se ha demostrado que los jóvenes tienen un umbral de audición para las frecuencias de sonido con una frecuencia más alta (por encima de 24 kHz) que otros, lo que puede introducir un sesgo en los resultados (Corso, 1963).

Se ha comprobado también que un fenómeno llamado "audibilidad de microondas" se puede observar en algunos animales y seres humanos. Al parecer, está relacionado con la expansión de los líquidos del oído interno causado por el calentamiento y esto puede explicar una serie de efectos positivos de comportamiento y neurológicos relacionados con la atención, tanto en animales como en seres humanos.

Sistemas de visión, audición y vestibular

Hay pocos estudios experimentales publicados en estas áreas. Dos médicos brasileños, Balbani y Montovani (2008) revisaron la literatura sobre los teléfonos celulares, el oído y el sistema vestibular. Argumentan que, dado que los teléfonos están muy cerca de la oreja del usuario, piel, oído interno, nervio coclear y la superficie del lóbulo temporal, pueden absorber parte de su energía de radiofrecuencia y, a continuación algunos de los efectos que podrían esperarse. Además, un aumento de la temperatura de los fluidos internos del sistema vestibular, teóricamente, podrían inducir respuestas neurales en células receptoras, tales como vértigo y nistagmo. El vértigo es una de las quejas más frecuentes hechas por personas que afirman ser hipersensibles a la radiofrecuencia que emiten los teléfonos celulares. La proximidad de un teléfono celular a el ojo humano también plantea la cuestión de si la RF podrían afectar a las funciones visuales.

En el sistema auditivo, Uloziene et al (2005) investigaron los efectos agudos de la RF en la percepción auditiva, utilizando la audiometría estándar para evaluar la audición. Llegaron a la conclusión de que la exposición a 10 minutos de RF de un teléfono celular no tuvo un efecto inmediato después de la medición y el deterioro de la audición no se detectó como mensurables. La exposición fue muy corta, sin embargo, y generalmente la

deficiencia auditiva puede ser observada sólo después de estimulación a largo plazo con altas intensidades de sonido, entonces ningún posible efecto podría detectado por estos experimentos. En otros estudios con las respuestas evocadas auditivas del cerebro y las respuestas evocadas audiométricas (BERA), una medida más objetiva de la integridad del sistema auditivo, Hamblin et al (2006), Stefanics et al (2007), Cinel et al (2007), y otros Oysu al (2005) y Sievert et al (2005) evaluaron los efectos a corto plazo de las emisiones móviles en condiciones de uso normal en el umbral de potenciales evocados auditivos. Ningún estudio encontró un efecto significativo.

En el sistema vestibular, Sievert et al (2007) emplearon grabaciones videonistagmográficas, BERA y grabaciones de emisiones otoacústicas, con y sin un teléfono celular en uso. Investigaciones termográficas han sugerido que hablar al teléfono celular no provoca ningún aumento de la temperatura, así es que RF generadas usando el teléfono móvil no tiene un efecto en ningún punto del sistema auditivo (oído interno, cóclea inferior del tronco, corteza auditiva), ni tampoco en los receptores vestibulares en el oído interno y en el sistema vestibular. En otro artículo (Pau et al, 2005), el grupo registró un aumento de la temperatura del hueso intratemporal durante el uso de teléfonos móviles pero no pudo encontrar ningún valor superior a 0.1 grados C, lo que sugiere que la transmisión de energía de RF del teléfono celular no es suficiente para causar un calentamiento significativo. Más recientemente, Bamio et al (2008) también informaron no haber encontrado un efecto después de 30 minutos de exposición a la radiación de teléfonos GSM en el uso de la función vestibular evaluado por las emisiones otoacústicas transitorias (TOAE) y por videooculografía (VOG).

En la revisión de la literatura por Balbani y Montovani (2008) concluyeron que la exposición aguda a las señales de RF de los teléfonos móviles no influye en la función coclear de las células ciliadas externas en vivo o in vitro, ni las propiedades eléctricas del nervio coclear, y ni fisiología del sistema vestibular en seres humanos. No parece haber ninguna evidencia de daño causado por los teléfonos celulares coclear-vestibular.

En el sistema visual, Schmid et al (2005) pusieron a prueba 58 sujetos humanos a cuatro diferentes parámetros de la función visual, utilizando un estudio doble ciego, cruzado, y no encontraron diferencias estadísticas entre los agudamente expuestos y no expuestos. Se midió la distribución de densidad de potencia en la corteza visual, y determinó que, en condiciones de alta exposición media de los sujetos evaluados, la absorción de la radiación por la corteza del lóbulo temporal izquierdo del cerebro fue de 0,63 W/kg (SAR de 1 g promedio) y 0,37 W/kg (SAR de 10 g en promedio). La condición de baja exposición fue de una décima parte de la más alta exposición, a por lo menos 50 dB (que corresponde a un factor de 100.000 por debajo de la mas baja exposición. Irlenbusch et al (2008) investigaron una función sensible de la retina, el umbral de discriminación visual (VDThr). No hubo diferencia estadísticamente significativa en la VDThr en la comparación de los datos obtenidos para la exposición a RF con la exposición simulada.

En ninguna investigación experimental publicada en revistas importantes cubiertas por MEDLINE se encontró algo sobre los sentidos de los sistemas químicos (gusto y olfato) en relación con la exposición a RF.

Sistema endocrino

El sistema endocrino es particularmente sensible a los diversos agentes del medio ambiente físico, y la radiofrecuencia de alta potencia puede causar un calentamiento y

afectar negativamente a las glándulas endocrinas (Negro y Heinicke, 2003). Las acciones de ondas electromagnéticas de alta frecuencia teóricamente podrían estar mediadas de dos maneras: en primer lugar, por acción directa sobre el tejido glandular, y en segundo lugar, al actuar sobre el cerebro basal y la glándula pituitaria (o hipófisis) mediante la modificación de la secreción de factores de liberación hipotalámicos y / o de la hormona secretada por la neurohipófisis anterior. En cualquier caso, las glándulas de destino como la tiroides, corteza suprarrenal, los ovarios y los testículos suelen ser afectados. La hormona del crecimiento, prolactina, la oxitocina, hormona antidiurética, y otros también, podrían verse afectadas.

Hay muchos estudios en animales de experimentación, pero son pocos los estudios con voluntarios humanos con densidades de energía de bajo nivel por debajo de los niveles de seguridad de la ICNIRP.

Djeridane et al (2008) investigaron el efecto de la exposición a RF de acuerdo con la GSM de 900 MHz en los patrones de secreción de hormonas en hombres sanos, como los esteroides (cortisol y testosterona) y hormonas de la hipófisis (hormona estimulante del tiroide, hormona de crecimiento, prolactina, y ACTH, o adrenocorticotropina). La exposición fue diaria, durante un mes y las hormonas se midieron mediante muestras de sangre cada hora antes del comienzo, durante e al final del período de exposición. El estudio informó que todas las concentraciones de la hormona se mantuvieron en el nivel fisiológico normal, y que los perfiles circadianos no se interrumpieron. Para la hormona del crecimiento y el cortisol, hubo una disminución significativa de alrededor del 28% y 12% respectivamente, 2 y 4 semanas después de la exposición, pero esta diferencia no se mantuvo en la post-exposición, por lo tanto otros factores distintos de la RF podrían ser responsables por esto (ningun grupo control fue creado).

Ningún efecto perjudicial se encontró en la secreción de melatonina por la exposición a GSM (Bortkiewicz et al 2002, Seze et al, 1999).

La evidencia científica disponible parece indicar, por lo tanto, que no hay efectos de la RF de baja potencia en las funciones endocrinas en el ser humano.

Sistema cardiovascular

Aunque algunos experimentos se han realizado en relación a los posibles efectos de RF no laborales de bajo nivel, principalmente la emitida por los teléfonos celulares (Braune et al, 1998), la conclusión general es que no hay pruebas documentadas de los efectos sobre frecuencia cardíaca y presión arterial.

En un estudio doble ciego cruzado, Barker et al (2007) estudiaron la presión arterial media (PAM), la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y los niveles plasmáticos de catecolaminas en voluntarios sanos. A pesar de la gran potencia estadística del estudio, que podría discriminar los cambios de cerca de 1 mmHg en la PAM, no hubo diferencias entre los grupos expuestos y no expuestos a los teléfonos GSM y TETRA.

Nam et al (2007) no encontraron diferencias en varios parámetros cardiovasculares entre los adolescentes expuestos y no expuestos a los teléfonos celulares mediante el envío de RF emitida por teléfonos CDMA (presión arterial sistólica y diastólica, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, impedancia de la piel), a excepción de una ligera disminución de impedancia de la piel.

La variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), una medida de la actividad del sistema nervioso autónomo sobre el corazón, no ha cambiado significativamente en adultos expuestos (Ahamed et al, 2008;. Parazzini et al, 2007). Debido a que estos datos se observan en los recién nacidos en incubadoras, es probable que los resultados fueron el resultado de los campos electromagnéticos relativamente intensos producidos por las bombas eléctricas y motores de las mismas y no por la RF de los teléfonos (Bellieni et al, 2008). Estos dispositivos emiten muchos tipos de campos de RF, que van desde las frecuencias extremadamente bajas (50 a 60 Hz) a las de alta frecuencia, con diferentes energías y contribuciones.

El síndrome de hipersensibilidad electromagnética

La energía electromagnética fuera del espectro visible e del infrarrojo no es, en circunstancias normales, detectada por los seres humanos, porque nosotros no tenemos receptores especializados para transducir directamente a sus frecuencias específicas. Además, los dispositivos utilizados por el público, tales como localizadores, teléfonos inalámbricos, radiocomunicadores de dos vías y teléfonos celulares, transmiten a niveles muy bajos de potencia (en el estándar GSM, un teléfono celular moderno típico con el UMTS activado tiene un poder de irradiación de sólo 250 a 300 mW). Señales de RF de transmisión por radio terrestres y por satélite y televisión tienen una densidad de energía aún muy baja a nivel de las viviendas, así como las estaciones radiobase digitales y puntos de acceso inalámbricos (por lo general unos pocos microwátios por cm²).

Sin embargo, un subgrupo de la población reporta que hay personas que son sensibles a estos campos de RF, que afirman ser capaces de detectar cuando están cerca de ellos, o que son aptos a discriminar cuando un teléfono celular está encendido o apagado. Este fenómeno ha sido llamado hipersensibilidad electromagnética y no es necesariamente perjudicial para ellos.

El fenómeno patológico en este sentido es que algunas personas, dichas sensibles o no, informan sufrir de una serie de angustiosos síntomas subjetivos durante y después de usar un teléfono celular y otros dispositivos de radio que emiten, o cuando están cerca de una antena local de RF. Estos síntomas no son específicos y están presentes en muchas enfermedades, como en los resfriados y la gripe (dolor de cabeza, náuseas, fatiga, dolores musculares, malestar general, etc.) En la ausencia, hasta ahora, de un mecanismo para explicar estos síntomas y de una relación de causalidad indiscutible en relación con la radiación de radiofrecuencia, a esta constelación se llamó originalmente el síndrome de hipersensibilidad electromagnética, o EHS, pero recientemente la Organización Mundial de la Salud, en un taller dedicado a estudiar este tema, decidió cambiar el nombre para Intolerancia Idiopática Atribuida a los Campos Electromagnéticos en el medio ambiente (IEI-EMF, en inglés). El nuevo nombre se ubica dentro de una gama de otras intolerancias reconocidas provisionalmente a agentes ambientales químicos o físicos, con o sin una causa probada. De hecho, el fenómeno se considera grave y frecuente, suficiente para justificar una conferencia internacional en Praga, República Checa, en 2004 para examinar y discutir el asunto (Suave et al, 2004). Más recientemente, un país (Suecia) ha reconocido la existencia del fenómeno de la IEI-EMF y determinó pagos financiados por el estado de algunos trabajadores que relatan sufrir de la IEI-EMF (Grandlund-Lind y Lind, 2004).

La prevalencia de la sensibilidad a intolerancia idiopática a los campos electromagnéticos no parece ser pequeña: Eltit y otros (2006), en una encuesta realizada en EE.UU. informaron que 4 de cada 100 personas de la población general a menudo sufren de problemas de salud. En Suiza, Schreier et al (2006) encontraron una prevalencia del 5%. Entre los problemas de salud reportados eran más frecuentes los trastornos del sueño (43%) y cefaleas (34%), que se atribuyeron principalmente a las líneas de energía y a los teléfonos celulares. Además, el 53,5% estaban preocupados por los efectos adversos de campos electromagnéticos, pero sin atribuir sus síntomas. El fenómeno es real, y la calidad de vida de estas personas sufre mucho con los síntomas debilitantes, y la vida en el ambiente de trabajo y en casa llega a ser difícil (Bergqvist y Vogel, 1995, Irvine, 2007).

Cabe señalar que tales síntomas no específicos son muy comunes en muchas enfermedades y son muy prevalentes en la población. El problema es que la mayoría de los estudios bien realizados ha demostrado que, en general, no existe una asociación entre la exposición a RF y los síntomas del IEI-EMF. En una revisión sistemática de 13 investigaciones sobre el fenómeno llevada a cabo entre 2000 y 2004 (Seitz et al, 2004) llegó a la conclusión de que *"con base en estudios limitados, no hay pruebas válidas de una asociación entre daños al bienestar causados por la exposición a la radiación de los teléfonos móviles de hoy. Sin embargo, la limitada cantidad y calidad de las investigaciones en este ámbito no permite descartar definitivamente la existencia de efectos a largo plazo en la salud."*

En la más reciente meta-análisis realizada por Rösli (2008), se combinaron los resultados de siete ensayos, y la conclusión fue que *"no había pruebas de que los individuos que se declaran sufrir del IEI-EMF podrían detectar mejor que otros la presencia o ausencia de campos electromagnéticos de radiofrecuencia. Hay poca evidencia de que la exposición a corto plazo a un teléfono móvil o estación radiobase causen síntomas, con base en los resultados de ocho estudios aleatorizados que investigaban en un laboratorio 346 personas con IEI-CEM y 194 normales."*

La revisión sistemática más reciente de todos los estudios también concluyeron que la exposición a campos electromagnéticos no está asociado con síntomas de IEI-EMF (Rubin, 2009). Así que parece de la evidencia disponible, la mayoría de las incertidumbres de la IEI-EMF se han reducido y el fenómeno es considerado hoy como debido a otros factores, la conclusión del informe de 2004 de la OMS para el IEI-CEM (Irvine et al, 2004):

"La mayoría de los estudios indican que los individuos con IEI no puede detectar la exposición a los CEM con mayor precisión que cualquier persona no-IEI. En general, estudios controlados por doble ciego han demostrado que los síntomas no parecen estar correlacionados con la exposición a los CEM. También hay alguna evidencia de que estos síntomas pueden deberse a trastornos psiquiátricos pre-existentes, así como a reacciones de estrés, o de creer en los efectos de los CEM sobre la salud, en lugar de la exposición a los CEM por sí mismo. Se añadió que la IEI no debe utilizarse como un diagnóstico médico, ya que actualmente no hay base científica para relacionar los síntomas a la exposición en la IEI."

Los expertos de la OMS también recomendaron en esa reunión que las víctimas del EMF-IEI suelen recibir tratamiento médico por sus condiciones, incluso si la relación de causalidad no ha sido establecida. Esto debe incluir una evaluación médica para identificar y tratar las condiciones específicas que pueden ser responsables de los

síntomas, una evaluación del lugar de trabajo y del hogar acerca de los factores que pueden contribuir a los síntomas (contaminación del aire, ruido excesivo, pobre iluminación, etc .) y una evaluación psicológica para determinar alternativas de trastornos psiquiátricos y psicológicos.

Comentarios sobre los resultados de la experimentación humana

Es notable el cambio que se produjo en la opinión de expertos sobre los supuestos efectos de las radiofrecuencias en la salud por debajo de los niveles de seguridad en los últimos cinco años. A finales de 2001, un grupo de expertos de gran prestigio en el Reino Unido, el Grupo de Expertos Independientes en Teléfonos Móviles (IEGMP) publicó una extensa revisión bibliográfica, que fue nombrado rápidamente como el Informe Stewart, debido al nombre de su coordinador. El informe causó gran impacto en la prensa especializada y en los medios de comunicación de masa. El informe instaba a la adopción de un enfoque más estricto de precaución por el gobierno y el público, expresando la opinión de que:

"El balance de la evidencia hasta la fecha sugiere que la exposición a la radiación de RF por debajo de las normas ICNIRP y del NRPB no causan efectos adversos a la salud de la población en general. En la actualidad existe evidencia científica, sin embargo, que sugiere que pueden haber efectos biológicos que ocurren en niveles por debajo de estas directrices. Esto no significa necesariamente que estos efectos conducen a la enfermedad o lesión, pero la información es potencialmente importante y consideramos las consecuencias de eso. No es posible ahora decir que la exposición a la radiación RF, incluso en niveles por debajo de las directrices nacionales, es totalmente sin efectos adversos para la salud, y que las lagunas en los conocimientos son suficientes para justificar un enfoque de precaución. Se concluye que el balance de la evidencia indica que no hay riesgo para la salud general de las personas que viven cerca de estaciones radiobase, ya que las exposiciones atingen fracciones pequeñas de la normativa de protección. Sin embargo, puede haber efectos secundarios negativos sobre su bienestar en algunos casos. "

Dado que los niveles de radiación de RF en los que las investigaciones se realizaron fueron inferiores a los niveles internacional, que se consideran seguros, es decir, sin calentar el tejido es posible, el Informe Stewart fue realmente el primero en sugerir que podría haber una acción no térmicos de las radiofrecuencias de la suficiente magnitud como para causar efectos observables.

En los años siguientes, sin embargo, se llevaron a cabo varios estudios experimentales en seres humanos, con mejores forma de control experimental, que llevaron a la refutación de la mayor parte de las conclusiones del IEGMP y que no apoyaran la hipótesis de un efecto no térmico como causa de los efectos RF adversos para la salud. La actual evidencia científica apunta una ausencia de efectos adversos en los seres humanos por debajo de los umbrales térmicos, sin influencias peligrosas al bienestar de los usuarios y no usuarios de teléfonos celulares y de las personas que viven cerca de antenas de las estaciones radiobase, y que no hay pruebas convincentes de la existencia de efectos significativos en las esferas cognitiva, comportamental y neurofisiológica para la salud de los usuarios.

Varias organizaciones nacionales e internacionales han revisado los efectos de los CEM

de RF en la salud humana últimamente. La fuente más fiable, la Organización Mundial de la Salud, puso en marcha en 2010 la siguiente declaración al respecto:

Organización Mundial de la Salud (2010) - Ficha N ° 193

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>

"Un gran número de estudios han investigado los efectos de los campos de RF en la actividad eléctrica del cerebro, la función cognitiva, el sueño, el ritmo cardíaco y la presión arterial en voluntarios humanos. Hasta la fecha, estas investigaciones sugiere que no hay evidencia consistente de los efectos adversos para la salud de la exposición a campos de RF a niveles inferiores a los que causan calentamiento de los tejidos. Además, las encuestas no fueron capaces de prestar apoyo a una relación causal entre la exposición a campos electromagnéticos y el auto-reporte de síntomas, o "hipersensibilidad electromagnética".

Estudios experimentales en seres humanos en América Latina

No hemos encontrado ningún estudio en seres humanos experimentales significativos y de calidad sobre los efectos de los campos de RF en la salud humana en América Latina.

Las principales conclusiones y la declaración del Grupo Latinoamericano de Expertos respecto a las investigaciones con seres humanos son las siguientes:

Los estudios experimentales en seres humanos se llevaron a cabo con el fin de investigar los posibles efectos agudos de los campos de RF, especialmente los emitidos por los teléfonos móviles en estrecho contacto con el cuerpo humano, en diversos sistemas de órganos en voluntarios humanos sanos. La mayoría de los estudios de buena calidad no mostraron efectos adversos significativos, o han reportado cambios menores en los parámetros fisiológicos y de comportamiento de interés.

En el sistema nervioso, muchas variables cognitivas y de comportamiento fueron investigados, tanto en niños como adultos, y ahora es ampliamente aceptado que no hay efectos significativos del uso de teléfonos celulares en los parámetros cognitivos y de comportamiento. En relación con los cambios en el EEG en reposo, aunque los estudios iniciales han mostrado un ligero aumento en la frecuencia alfa y en el sueño REM, estudios más recientes y mejor diseñados utilizando polisomnografía no han podido demostrar ningún efecto sobre el EEG y sobre los patrones de sueño. Otros investigaron los efectos de bajos niveles de radiofrecuencia que emiten los teléfonos celulares en los sistemas sensoriales, tales como dolor, visión, audición y los sistemas vestibular, así como los sistemas endocrino y cardiovascular, y resultaron casi todos negativos, es decir, no hay evidencia demostrada. Por consiguiente, concluimos que, salvo pequeñas variaciones en el desempeño de algunas tareas cognitivas y en el EEG, la exposición de los usuarios de teléfonos celulares dentro del rango normal de intensidades y frecuencias no parecen afectar el sistema nervioso central, estructural o funcionalmente.

Debido a el hecho que el cerebro es el órgano más cercano a la antena de un teléfono celular en uso en la oreja, en teoría sería lo más afectado por la radiación no ionizante emitida por ele, tanto por efectos térmicos y no térmicos. Sin embargo, a pesar de su sensibilidad a los agentes externos físicos y químicos, tal hecho, ampliamente estudiado por la ciencia, no está probado, lo que nos permite estimar que otros órganos, más lejos

de la fuente de radiación, tampoco sufrirían interferencia.

Incluso en los estudios que fueron capaces de demostrar un efecto moderado, estos no parecen ser perjudiciales para la salud, y su importancia en la exposición a largo plazo no pudo ser verificada. Los estudios con imágenes cerebrales funcionales y termografía han demostrado que no hay calentamiento profundo significativo causado directamente por la radiación de radiofrecuencia, tanto en el hueso y el cerebro.

En cuanto al llamado síndrome de hipersensibilidad electromagnética, la conclusión es que los individuos que se dicen susceptibles a la exposición a RF no son capaces de detectarla más do que las personas insensibles, y que sus síntomas no son debidos a la exposición a la RF, sino a otros factores.

Estudios Epidemiológicos

Debido a las dificultades éticas y metodológicas de los estudios de la exposición a campos electromagnéticos a largo plazo en los seres humanos utilizando métodos experimentales, los investigadores han recurrido a la observación, es decir, los estudios epidemiológicos (Repacholi y Cardis, 1997).

El objetivo de los estudios epidemiológicos es probar estadísticamente la existencia de un nexo causal entre la exposición a un agente ambiental y sus efectos en la salud supone que los individuos expuestos. Ellos usan especialmente los estudios de diseño que tratan de determinar la asociación entre las variables independientes (nivel de exposición) y algunas variables dependientes (salud, desarrollo o agravamiento de una enfermedad, etc) mediante la recopilación de datos de muestras de población. Los tres más utilizados son los diseños de investigación de cohorte o longitudinales, de casos y controles y la cruz. Por otra parte, en relación con la red inalámbrica basada en RF, hay dos situaciones diferentes de exposición: la RF de campo lejano, emitida por la antena de las estaciones base, puntos de acceso WiFi, etc, y campo cercano de RF, emitidas. para dispositivos portátiles (por ejemplo, los teléfonos celulares).

En esta sección vamos a analizar el estado de los datos para proyectos de investigación epidemiológica sobre los riesgos de salud por la exposición a campos de RF en diferentes contextos, que cubre la literatura publicada hasta mayo de 2010. También presentó un análisis crítico de las cuestiones metodológicas y presentará un resumen de las investigaciones epidemiológicas, así como un breve resumen de las conclusiones del grupo de expertos.

Cuestiones metodológicas en la epidemiología de RF

Aunque los estudios epidemiológicos pueden llevarse a cabo en muchas áreas de la salud ambiental, el caso de la exposición a bajos niveles de campos electromagnéticos no ionizantes es especial porque es un área que la mayoría de la investigación adolece de varios problemas metodológicos graves. Antes de comenzar la revisión de la literatura, sería útil hablar de ellos brevemente. Una discusión más detallada y propuestas de solución a estos problemas seguirán la revisión de la literatura.

De acuerdo con la publicación de la Organización Mundial de la Salud sobre los campos electromagnéticos en la serie de Salud Ambiental (OMS, 1993)

"Los estudios epidemiológicos sobre la asociación entre el cáncer y los campos de RF se ve obstaculizada por varios factores: la mayoría de los miembros de una población está expuesta a niveles muy bajos de RF, y es muy difícil establecer el grado de exposición a RF personas durante un período significativo de tiempo. El control de factores de confusión también es importante es muy difícil de hacer. "

A pesar de que se hizo en 1993, nuestra opinión es que sigue siendo válido hoy. Los avances metodológicos en epidemiología desde entonces ha sido grande, pero todavía no puede resolver completamente los problemas fundamentales que son intrínsecos a la naturaleza del problema, como veremos más adelante.

La detección de las asociaciones (y las posibles relaciones de causa-efecto) a través de la investigación epidemiológica de los agentes ambientales en la zona de muy baja intensidad necesita un tiempo de exposición suficiente para los efectos con latencia prolongada tienen tiempo para manifestarse, así como una buena precisión y la posibilidad de clasificar a los individuos en grupos de riesgo.

En este sentido, la principal limitación de estos estudios epidemiológicos es que sólo son capaces de mostrar el resultado de asociaciones entre variables dependientes e independientes, y por lo general no tienen poder suficiente, porque son estudios observacionales con muchas variables no controladas, para establecer relaciones causa-efecto definitiva como con los enfoques experimentales, pero sólo mostrarlos como probables. Varias fuentes de sesgo y factores de confusión que es difícil extraer conclusiones con la evidencia científica de gran fuerza, como se ha señalado por Bradford Hill, que figuran nueve puntos que debe estar convencido de que esto se manifiesta en un estudio epidemiológico.

A pesar de estas dificultades, los altos costos y los estudios epidemiológicos a largo plazo son fundamentales para la correcta evaluación de los riesgos ambientales de RF. La base de datos de artículos científicos registrados Proyecto de Campos Electromagnéticos y Salud, Organización Mundial de la Salud (OMS-CEM) lista hasta el primer trimestre de 2010 una serie de estudios epidemiológicos publicados 383, 147 del que se ocupa de la telefonía móvil y comunicación de datos inalámbrica. De estos, 65 eran estudios, caso / control, 15 eran estudios longitudinales sobre la base de cohortes, lo que representa aproximadamente el 50% de los estudios publicados. Treinta y dos de los estudios epidemiológicos informó la asociación entre la exposición a la radiofrecuencia y los síntomas subjetivos (21), el sistema nervioso y el comportamiento (8), y la teratogenicidad, reproducción y desarrollo (3).

Estudios ecológicos: en la medida de la irradiación de campos electromagnéticos

Dado que los estudios epidemiológicos se llevan a cabo bajo condiciones de exposición natural de las personas a la radiación, obviamente, debe tener en cuenta el grado de exposición a todas las fuentes de radiofrecuencia, natural o artificial, y la contribución de cada frecuencia en función de su densidad de potencia.

Hasta hace poco tiempo, poco se sabe acerca de la exposición media de los seres humanos en las zonas urbanas los campos de frecuencia causados por el hombre de radio utilizadas en las telecomunicaciones, en particular de las telecomunicaciones móviles. Un estudio realizado por Frei et al (2009) utilizan dosímetros personales, portado continuamente por los voluntarios en Suiza por una semana para evaluar el grado de exposición. Ellos encontraron que la exposición promedio fue baja (0,13 mW / m², que van desde 0,014 hasta 0,881 mW / m². Este nivel corresponde a un gradiente de campo promedio de 0,22 V / m, muy por debajo de la seguridad internacional 10 V / m de los campos electromagnéticos.

La exposición a las frecuencias utilizadas en las telecomunicaciones móviles se debe principalmente a las estaciones base de telefonía móvil (32%), teléfonos móviles (29%) y de tipo de teléfono inalámbrico DECT (22%). Los niveles más altos se registraron en el interior de los vehículos de transporte cerrados como los trenes (1,16 mW / m² y el tranvía o el autobús (0,36 mW / m²), aeropuertos (0,74 mW / m²), y estaban en promedio de dos veces mayor durante el día que de noche (este último de 0,08 mW / m² solamente).

Aparte de la exposición a los productos que emitan utilizados en la comunicación de voz móvil, recientemente ha aumentado la preocupación en cuanto al nivel de los dispositivos de exposición diaria para la transmisión de datos inalámbricos, como WLAN (Wireless Local Area Networks) y Bluetooth.

Otras fuentes comunes de exposición a RF han recibido poco de investigación, tales como dispositivos de vigilancia para bebés (monitor de bebé), teléfonos fijos inalámbricos y auriculares inalámbricos para uso en interiores. Schmid et al. (2007a) midieron la exposición combinada de todos estos dispositivos en el interior de los hogares y oficinas, llegando a la conclusión de que son bajos, con un promedio de aproximadamente 0,1% del umbral de densidad de potencia establecidos por la ICNIRP. La exposición a las estaciones de base y tarjetas de comunicación de las redes WLAN fueron alrededor de 20 mW / m². Ninguno de los dispositivos, incluso los que cerca de mantenerse en el cuerpo, supera esos límites. Las mediciones de las estaciones base al aire libre para las redes inalámbricas como Wi-Fi como resultado de los niveles de 2-3 órdenes de magnitud por debajo de los niveles medidos en espacios cerrados, lo que indica niveles insignificantes en relación con los niveles de seguridad adoptadas en la actualidad.

José et al. (2008) SAR estimado (Tasa Específica de Absorción) de la exposición al aire libre del público en general, a varios lugares y escenarios. El promedio de absorción de las estaciones base GSM fue de alrededor de 0,26 V / m, que corresponde a un SAR en el percentil 95% de 2,08 mW / kg (el nivel de seguridad recomendados por la ICNIRP es 4 W / kg para todo el cuerpo). En otras palabras, no fue al aire libre en un SAR de cerca de 10.5 millones del nivel de seguridad!

Fuentes de información para la revisión

Dos principales bases de datos se utilizaron para encontrar las fuentes de información utilizadas en esta revisión: MEDLINE (National Library of Medicine, a través del servicio de búsqueda en línea en PubMed), artículos publicados y el banco que mantiene la CEM y el Proyecto de Salud Organización Mundial de la Salud nos complementan la búsqueda a través de alertas bibliográficas y diversos servicios de noticias especializadas, como puerta de enlace de radiofrecuencia.

Ver también el principal de la investigación comparativa, reseñas críticas y meta-análisis de la literatura con el fin de filtrar mejor el gran número de artículos pertinentes, tales como Breckenkamp et al. (2003), Rösli et al (2003), Kundi et al. (2004), Elwood (2004), Lahkola et al. (2006), Krewski et al. (2007), Moulder et al (2005), Hardell et al. (2007), Ahlbom et al. (2004, 2009). importantes cuestiones metodológicas en relación con los grandes estudios epidemiológicos de exposición a radiofrecuencia (RF) se colocaron por Rothman et al (1996), Schüz y Mann (2000), Ahlbom et al (2004), Morrissey (2007),

Neitzke (2007), Kühnlein et al (2008), que se utilizó para esta revisión.

Dos comentarios de Ahlbom et al (2004, 2009) estudió la literatura sobre la epidemiología de los efectos de la RF de 100 kHz y 300 GHz en la salud humana, dividida en los estudios de exposición a RF de los transmisores y fuentes de los teléfonos móviles y cubrir los posibles efectos de la exposición a largo plazo sobre el riesgo de varias enfermedades como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, y los resultados adversos en la fertilidad y el embarazo. Sus hallazgos pueden ser importantes debido a que se ordenó y llevó a cabo por el ICNIRP su grupo de especialistas en epidemiología.

Además, se estudió de cerca y tener en cuenta las comisiones nacionales e internacionales que han realizado extensas revisiones literatura y publicaciones periódicas, como la ICNIRP, el Grupo de Expertos Independientes para teléfonos móviles (IEGMP), la antigua Comisión de Protección Radiológica Reino Unido (ahora se llama la Agencia de Protección de la Salud), y otros de diversos países. Por ejemplo, un grupo de expertos de la Comisión Europea pidió CCRSERI (en la traducción, el Comité científico de los riesgos emergentes nuevos y Recientemente Identificados), produjo dos opiniones sobre los posibles efectos de los campos electromagnéticos (EMF), los campos de radiofrecuencia (RF) y microondas en la salud humana, que se había elevado lo que se había previsto en 2001 por el CSTEE (Comité Científico de Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente). Las evaluaciones de ambas instituciones se basa principalmente en artículos revisados por pares.

Incidencia de cáncer y mortalidad

Los estudios de exposición de la comunidad

Este es el tipo de estudio epidemiológico que fue investigado y menos que las necesidades de calidad de los datos más buena. Se excluyeron de esta revisión de estudios de baja calidad, publicados en revistas sin arbitraje, o como los informes técnicos o resúmenes de congresos, con la falta de controles, y han involucrado a un número reducido de temas, desde la fuerza de la evidencia que proporcionan es muy baja.

De los ocho estudios epidemiológicos sobre la mortalidad y la incidencia de cáncer por la exposición a las poblaciones de la comunidad, publicados hasta el año 2001 (revisado por Ahlbom et al. 2004), todos se centraron en los posibles efectos de los transmisores de radio y televisión sobre la incidencia de tumores cerebrales y de la leucemia infantil. Todo el mundo tuvo también un pequeño número de casos, por lo general implican menos de cinco casos observados de cáncer. La distancia desde la antena de origen fue el principal criterio para la clasificación de la exposición, que es una estimación muy inadecuada de la variable independiente, produciendo grandes fuentes de inexactitud. Los índices de riesgo relativo (RR) se observaron todos los pequeños, cerca de un (1), de modo que no hay asociación entre la proximidad a una antena y la incidencia o la mortalidad por cáncer se puede demostrar. La evaluación realizada por Ahlbom et al (2004) afirma claramente que:

"Hasta este estudio no aceptable en cualquier tipo de resultado se publicó sobre este tema. Por un lado, los resultados de los estudios de validez sería de gran valor en relación con una preocupación social, por otra parte, sería difícil de concebir y llevar a cabo un estudio válida, y no hay razón científica para llevar a cabo un estudio sin validez. "

Esta situación no cambió hasta la fecha de esta revisión, y nuevos estudios muy pocos de exposición de la comunidad han contribuido al conocimiento científico en este contexto. Robusto y más amplios estudios son claramente necesarios en este ámbito.

Un grupo de expertos examinó recientemente la viabilidad de dichos estudios (Neubauer et al, 2007), el examen de las cuestiones metodológica crítica. Llegaron a la conclusión de que tales estudios son factibles, pero hay que tener en cuenta todas las fuentes de emisión pertinentes, puede causar la exposición a RF, no sólo los que se utilizan en la telefonía móvil, por ejemplo. La mayoría de los estudios epidemiológicos no lo hacen, y parece ser tan irracional que la única fuente de RF en ellos es que se están centrando, mientras que el resto se distribuyen de forma homogénea en todos los grupos de comparación (casos y controles). ¿Cuántos son el análisis retrospectivo, que no puede levantar esta información y por lo tanto ya no es válida.

Si bien esto es bien sabido, muchas investigaciones epidemiológicas se muestran reacios a controlar estas variables relacionadas con la exposición a RF, por diversas razones, la más importante es la falta de herramientas apropiadas, capaces de medir de manera fiable y continua, la exposición personal de un individuo, y que sólo recientemente se han desarrollado. En consecuencia, Schüz et al (2000) concluyó que:

"Los estudios en el nivel de población de los supuestos efectos adversos de las ondas de radio emitidas por estaciones base de telefonía móvil no son viables, ya que no hay medida válida para estimar la exposición histórica .. El ritmo de desarrollo de infraestructuras de telecomunicaciones radiofrecuencia también se produce de manera que es poco probable que las medidas de hoy son buenos indicadores de riesgo, tanto en el pasado y el futuro. Las características de propagación compleja que afecta a las antenas base de la viga estación de incluir los efectos de blindaje y reflexiones varias paredes de casas y otros edificios. Estos factores, combinados con la presencia de otras fuentes ambientales de las ondas de radio, que la distancia de las estaciones de base es un pobre sustituto de la exposición a ondas de radio dentro de la casa. "

Por otra parte, las densidades de potencia típicas antenas son tan bajos que es muy poco probable que se produzca un efecto biofísico (Repacholi, 1998). Así, los investigadores se han centrado en los estudios epidemiológicos relativos a los teléfonos celulares y otros dispositivos para los usuarios de las comunicaciones de RF.

Los estudios con usuarios móviles

Ahlbom et al. (2004) examinaron 10 estudios epidemiológicos relacionados con el cáncer llevó a cabo entre 1999 y 2003, tres en Suecia (todos por los mismos autores, encabezados por el Sr. L. Hardell), uno en Finlandia, uno en Dinamarca, y otros en los EE.UU.. Sólo los estudios con grupos de riesgo bien definidos, expuesta durante un período de tiempo suficiente (al menos 2 a 3 años) fueron incluidos. Lakhola et al (2006) realizaron un meta-análisis de 12 trabajos originales de investigación epidemiológica de la incidencia de tumores cerebrales en un total de 2.780 casos, con la mayoría de los estudios revisados de acuerdo con los examinados por Ahlbom et al (2004). Sin embargo, los empleados Lakhola y la metodología estadística mejor, para llevar a cabo un meta-análisis y volver a calcular todas las razones de posibilidades (odds ratio) para los mismos tipos histológicos de tumores con el fin de lograr una mayor precisión.

Kundi et al. (2004) revisó casi exactamente el mismo conjunto de estudios

epidemiológicos revisados por Ahlbom et al. (2004) y Lakhola et al. (2006), pero llegó a conclusiones muy diferentes. Por último, Ahlbom et al. (2009) revisaron estudios epidemiológicos recientes, incluyendo la mayoría de los estudios conjuntos de las empresas multinacionales proyecto Interphone publicados hasta la fecha (que se examina con más detalle en una sección separada, más adelante).

Aparte de dos estudios de cohortes realizados hasta hace poco, todos los otros estudios utilizó la metodología de los estudios epidemiológicos de casos y controles. El número de casos estudiados fue mayor que las de exposición de la comunidad a los transmisores de RF, pero todavía no era suficiente, debido a la baja incidencia de la enfermedad. Los resultados estudiados fueron principalmente los tumores del sistema nervioso central y los ojos, como los gliomas, neuromas acústicos, meningiomas y el melanoma uveal, respectivamente. La razón de esto es que los estudios de laboratorio mostraron una mayor absorción y distribución de energía de RF de los teléfonos celulares en la cabeza y el cuello, por lo menos para aquellos que no utilicen un dispositivo de manos libres. Uno de los estudios analizados por Ahlbom et al. (2009) se refiere a los tumores en las glándulas salivales, y otros cinco analizaron los tumores del SNC de diversos tipos.

Catorce cálculos independientes de riesgo relativo (RR) fue igual o menor que 1, lo que significa que no demuestran un riesgo significativo para los usuarios de teléfono celular. Cinco estudios tenían RR ligeramente mayor que 1 (entre 1.1 y 1.5), pero estos no fueron significativamente diferentes de la unidad.

Un estudio de Hardell et al. (2003), sin embargo, no estuvo de acuerdo cuando se compara con los otros, para describir un RR estadísticamente significativo de 3,5 para la incidencia de neurinomas del nervio acústico en los pacientes que utilizan los teléfonos celulares, cuando se tuvo en cuenta el efecto de la lateralidad (es decir, la incidencia el tumor era más grande en el lado de la cabeza donde el usuario reportó un mayor uso de teléfonos celulares para hablar). El último estudio fue noticia en todo el mundo, a pesar de que los otros nueve estudios no mostraron una asociación significativa sobre la base de las medidas de riesgo relativo. De acuerdo con un análisis de los efectos lateralidad realizado por el grupo de los CEM y CCRSERI la salud, el cual fue publicado en un informe en 2009, este parámetro es muy susceptible a sesgos de memoria, ya que los pacientes del grupo con tumores (casos) son conscientes de que lado de la cabeza se vio afectada por el tumor, mientras que los pacientes sin cáncer (controles), evidentemente, no sabía de qué lado de la cabeza sería relevante para el análisis (en un estudio típico pares, los pacientes que tenían tumores en un determinado lado de la cabeza tendría que ir acompañada de controles con el mismo lado, lo cual es imposible). Así, puede ocurrir en muchas afirmaciones exageradas sobre el que se vio afectada lado de la cabeza entre los casos. Posteriormente, este estudio de Hardell et al (2007) se enfrentó acerca de algunas cuestiones metodológicas, como la falta de control de los factores de confusión importante, y no llegar a jugar más tarde por otros grupos que analizaron el mismo tipo de tumor en misma región de Europa (Escandinavia).

A excepción de los neuromas acústicos, todos los casos de otros estudios / control revisados por Ahlbom et al (2004) mostraron resultados nulos para una posible asociación entre el uso de teléfonos celulares y los tumores de la glándula parótida, el melanoma uveal, meningiomas y leucemias. Otros estudios de caso-control bien hecho, como un grupo nacional de investigadores de Dinamarca, mostró resultados similares, con respecto a los neurinomas del nervio acústico (Christensen et al., 2004), meningiomas y los gliomas de bajo y alto grado, aun cuando se analizaron los usuarios de más de 10

años de uso continuado de teléfonos celulares (Christensen et al., 2005).

Los estudios longitudinales

Los únicos dos estudios de cohortes realizados hasta la fecha han sido de naturaleza retrospectiva y se llevó a cabo en los EE.UU. y Dinamarca.

El primer estudio importante sobre la base de cohortes (Rothman et al 1996 y Dreyer et al, 1999) examinaron el año de seguimiento de la mortalidad en una cohorte de 285.561 usuarios no corporativos de teléfonos móviles en los EE.UU., sin ser mostrado ningún efecto diferencial sobre la mortalidad en comparación con los no usuarios. El estudio mostró una ligera aparente "efecto protector" para los usuarios de teléfonos móviles, ya que el riesgo relativo global fue de 0,86 para las tasas de mortalidad general. Este estudio ya no es actualmente considerada como representante de una contribución significativa al conocimiento, ya que la latencia era demasiado pequeño para un resultado relacionado con la mortalidad. Sin embargo, fue el primer estudio que demuestra que la mortalidad global en la cohorte que usó teléfonos celulares fue menor que en la población general, un hallazgo que fue confirmado por otros estudios con las causas específicas de mortalidad, como el cáncer.

Si este hallazgo de los RR significativamente menor que la unidad sería interpretado a la luz de lo que significa el riesgo relativo, tendría que ser una característica de "protección" o "la reducción del riesgo" porque a usar un teléfono celular. Como es difícil de creer, más probable es que se debe a variables no controladas de los estudios, como los que el estudio de cohortes danés, que examinó más latencias, fue capaz de demostrar, como un ingreso más alto y mejor estado general de salud relacionados con un mejor nivel de educación, una mayor conciencia de la salud individual, un mejor enfoque para la prevención, etc., que se producen entre los usuarios de teléfonos celulares que entre los no usuarios.

Este hallazgo debe ser una lección para los epidemiólogos que aceptan esta explicación de los cocientes de riesgo o el odds ratio relativa menor que la unidad, pero tienden a asignar un "alto" riesgo de RR cuando la célula está por encima de la unidad en el mismo nivel de variación.

El segundo estudio cohorte, publicado por Johansen et al. (2001), fue el primer estudio nacional de incidencia de cáncer de usuarios de teléfonos celulares que examinaron los registros de más de 15 años de uso. Esta investigación epidemiológica importante y bien realizado de cohorte basado en reportó una tasa de incidencia estandarizada (RIE - Norma incidencia Ratio) de 0,89 en general (dentro de un estrecho rango de 95% que osciló .86 a .92) para todos los tipos de cáncer. El SIR se calcula dividiendo el número de casos de cáncer observada en el grupo por el número esperado en la población. En total, 3391 se observaron los tumores, que 3825 sería esperado por azar. Este efecto aparentemente protector (menor incidencia de tumores entre los usuarios de teléfono móvil que los no usuarios) de la utilización de teléfonos móviles ha sido interpretado por los autores, con base en un análisis más detallado, como debido a una menor incidencia de cáncer de pulmón, posiblemente asociado una mayor reducción del tabaquismo entre las personas mayores.

El mismo grupo (Johansen et al, 2002b) publicó una muestra ampliado considerablemente desde el mismo estudio, incluyendo 420.095 abonados de la red celular privado (80% del

total de abonados en el país). Los investigadores compararon las tasas de incidencia de cáncer en usuarios de teléfonos con las tarifas nacionales, en función del sexo, edad y periodo. De los 15.000 casos de cáncer de lo esperado por azar, alrededor de 14.250 fueron observados, lo que resulta en un SIR de 0,95, ligeramente más alto que el estudio danés en primer lugar. Era evidente, por lo que no habría ninguna relación entre el cáncer que tiene o el cerebro y el uso del sistema nervioso prolongado de teléfonos celulares, tanto en términos de edad, duración de la exposición, el primer teléfono de suscripción, o en el sitio del tumor.

Este estudio danés se ha actualizado recientemente con el acompañamiento de los usuarios de teléfonos celulares se remontan a 21 años (al Schüz et al., 2007), con la firma del primer teléfono celular que data de entre 1982 y 1995 y fueron seguidos hasta el año 2002 la incidencia de todos los tipos de tumores del SNC. Se obtuvieron resultados similares, es decir, el uso del teléfono móvil no fue estadísticamente asociado con un mayor riesgo de tumores cerebrales (RIE = 0,97), incluidos los gliomas (RIE = 1,01), meningiomas (RIE = 0,86), los neurinomas del nervio acústico (RIE = 0,73), tumores de glándulas salivales (RIE = 0,77), tumores oculares (RIE = 0,96) o leucemia (RIE = 1,00).

Entre los abonados a largo plazo, contando con 10 o más años de uso documentado (había más de 56.000 usuarios en la muestra), el uso del teléfono celular no se asoció con un mayor riesgo de tumores cerebrales (RIE = 0,66, mostrando una fuerte efecto protector), y no hubo tendencia en el tiempo desde la primera suscripción a una línea celular. Como una relación de causa-efecto en este caso es muy improbable, o que utilizan los teléfonos celulares traen un efecto beneficioso sobre la salud, la obtención de tasas inferiores a 1 el riesgo relativo también puede atribuirse a otras variables de confusión que no se repite, por ejemplo como los usuarios a largo plazo han comenzado a usar teléfonos celulares cuando aún eran muy caros, por lo que se requiere de mayores ingresos (Rothman et al, 1996). Las personas con ingresos más altos se sabe que tienen mejor salud en general mediante la adopción de la atención preventiva y más a menudo ir a los médicos y hospitales que los más jóvenes y las personas menos pudientes. Los autores informaron que:

"No se encontró evidencia de una asociación significativa entre el riesgo de tumores y el uso de teléfonos celulares, tanto para los usuarios a corto plazo, y para el largo plazo. Por otra parte, los intervalos de confianza estrechos aportar pruebas que puedan ser excluidas asociación significativa entre el riesgo de cáncer y el uso de teléfonos celulares."

El estudio danés había algunas peculiaridades. Se llevó a cabo completamente a través de la vinculación de los registros públicos (relacionamiento), utilizando un número de identificación nacional, que sólo fue posible debido a la excelencia y la integridad de los registros de salud de la población y los suscriptores de telefonía móvil en el país (obtenida de la Secretaría Nacional de Población y la Oficina Nacional de Cáncer). Sólo los individuos sanos se incluyeron en la cohorte. En segundo lugar, la cohorte fue muy grande y extenso en el tiempo, así como en general (80% del total de abonados a la telefonía móvil danesa). No hubo ninguna evaluación del grado de exposición, la frecuencia de uso, el uso de boca, etc, y no había una manera de estar seguro de que lo que realmente correspondía a los suscriptores los usuarios registrados de las líneas (a pesar de una investigación anterior de perforación y otros, 1996, han demostrado que esta correlación es relativamente alta, el 75%). Las firmas de los usuarios corporativos (un gran número, más de 200.000 líneas) no se incluyeron en el estudio, no podía investigar que utilizaron

teléfonos celulares, que puede ser una fuente potencial de sesgo de selección.

Curiosamente, Kundi et al. (2005), la revisión de casi exactamente 9 a 10 estudios de caso / control revisados por Ahlbom et al. (2004) y Lakhola et al. (2005), llegó a la conclusión contraria, es decir, que

"Todos los estudios sobre las latencias razonable que se encuentran un mayor riesgo de cáncer asociado con el uso de teléfonos móviles. Estimaciones de riesgo relativo en estos estudios osciló entre 1.3 y 4.6 con el mayor riesgo de neuroma acústico general (3.5) y melanoma uveal (4,2), y no hay evidencia de riesgo de cáncer avanzado, con aumento de la latencia y la duración del uso de teléfonos móviles .. "

Los resultados fueron obtenidos exclusivamente por un solo grupo de investigación, dirigido por Hardell en Suecia, el mismo grupo que realizó la revisión, y que no son coherentes con los otros seis estudios de otros grupos.

Otra revisión de la literatura publicada por Valberg et al. (2007), la evidencia científica sobre los riesgos y consecuencias para la salud de las estaciones base y redes inalámbricas de datos, llegó a las mismas conclusiones que Ahlbom et al (2004).

La reciente serie más importante de los estudios epidemiológicos, sin embargo, fue el proyecto Interphone, que merece una discusión por separado, según se indica.

Una revisión de la Interphone

A partir de 2001, comenzó una serie de grandes estudios epidemiológicos de caso / control, ambicioso y bien planeado. Estos estudios multicéntricos de cooperación fueron coordinados y financiados en parte por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), la participación de grupos de investigación en 13 países (Australia, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Israel, Italia, Japón, Nueva Zelanda , Noruega, Suecia y Reino Unido), y se utiliza un protocolo de investigación comunes a todos los grupos a fin de permitir su análisis conjunto. Llamado INTERPHONE este esfuerzo internacional comenzó a publicar datos preliminares en 2004 y en 2007 el primer documento que describe los métodos apareció en la impresión (Cardis et al, 2007). La primera publicación conjunta de todos los grupos para analizar conjuntamente los datos de dos tipos de tumores cerebrales, los gliomas y meningiomas, se publicó en mayo de 2010 después de un prolongado período de espera (El Interphone Research Group, 2010). La publicación final de los dos otros tipos de tumores analizados, los neurinomas del nervio acústico y tumores de la glándula salival, aún no se había hecho cuando este trabajo se completó.

El estudio Interphone se centró en los tumores que ocurren en los lugares más propensos a ser afectados por el aumento de la exposición a campos de RF para el uso de teléfonos celulares, e incluyó 2.765 casos de gliomas, meningiomas, 2425, 1121 casos de neurinomas del acústico, 109 casos de los tumores malignos de la glándula parótida y controles de 7658. Se obtuvo información detallada sobre la historia del uso de teléfonos móviles por los usuarios, así como algunos factores de riesgo conocidos y potenciales fueron recolectados a través de una entrevista personal realizada a través de un cuestionario por ordenador, bajo el mando de los entrevistadores bien capacitados. Más significativo es el hecho de que por primera vez, varios estudios de validación y refinadas técnicas de preparación y las estadísticas epidemiológicas se usaron para comprender

mejor y reducir la influencia de variables de confusión y los prejuicios que había sido un problema en el estudio de casos y controles antes. Los resultados de la Interphone se espera con gran expectación tanto por la comunidad científica y las autoridades sanitarias y medios de comunicación, debido a sus características únicas de diseño y tamaño de las muestras, y la ICNIRP, la OMS y otros organismos han aplazado varias veces su declaraciones oficiales sobre la salud de RF y la expectativa de los resultados. Se revisan los resultados brevemente a continuación.

Uno de los primeros estudios de la Interphone que examinaron la incidencia de neuromas acústicos (al zapatero y otros, 2005) utiliza un conjunto de seis estudios de caso / control independiente, realizado según el protocolo habitual en los países escandinavos y el Reino Unido. Se encontró que el riesgo de cáncer de cuello uterino en relación con el uso regular de teléfono móvil no aumenta el conjunto de datos (odds ratio, OR = 0,9), y no hubo asociación entre la magnitud del riesgo y el tiempo uso, horas acumuladas de uso o el número de llamadas realizadas y se calcularon por separado para teléfonos analógicos o digitales. Encontraron, sin embargo, un aumento moderado en el riesgo de tumores en el mismo lado de la cabeza de la utilización preferente de los usuarios de celulares con 10 o más años de uso (OR = 1,8). El estudio sugiere que existe un riesgo considerable de aumento de la incidencia de neuromas acústicos, al menos en la primera década después de comenzar el uso del teléfono móvil.

La rama de INTERPHONE en Japón, sin embargo, reportaron esencialmente los mismos resultados (Takebayashi et al, 2006).

El estudio Interphone francés (Horas et al, 2007) también informó que no hubo riesgo significativamente mayor para los gliomas, meningiomas y neuromas, aunque los pacientes tuvieron una incidencia ligeramente superior de los gliomas, o sin importancia entre los usuarios que utilizan teléfonos móviles con mayor intensidad o prolongado.

La contribución británica al estudio de los gliomas tenido resultados completamente negativos, dando un riesgo de parecer más alto, pero no significativo, un sesgo de recuerdo (Hepworth et al., 2007). Estos resultados confirmaron que no parece haber ninguna asociación entre el riesgo de gliomas en desarrollo y el uso de teléfonos celulares para todos los usuarios de 10 años o menos, lo que confirma lo que ha sido publicado por el estudio Interphone en cinco países del norte de Europa (Lakhola et al, 2007).

Lönn et al (2005), en Suecia, realizó una epidemiológicos caso-control con 644 casos de glioma cerebral y el meningioma y controles de 674, y concluyó que el uso regular de teléfono celular indica las razones de probabilidad entre 0,7 y 0,8 para los gliomas y meningiomas, con resultados similares para los usuarios más de 10 años de uso de los teléfonos móviles. Del mismo modo, ningún aumento en el riesgo se encontró para el uso de teléfonos ipsilateral de los tumores localizados en los lóbulos temporal y parietal, el tipo de histología del tumor, el tipo de número de teléfono y la intensidad de uso. Este estudio incluyó a un gran número de usuarios de teléfonos móviles a largo plazo, y los autores concluyeron que los datos no apoyan la hipótesis de que el uso del teléfono móvil está relacionado con un mayor riesgo de glioma o meningioma, y fue este estudio el primero en contradecir directamente las publicaciones de su compatriota L. Hardell.

Otro estudio Interphone, completado y publicado en 2008 examinó el riesgo de tumores de la glándula parótida en usuarios de teléfonos celulares en Israel (Sadetzki et al, 2007). Lonn et al (2006) había analizado previamente los datos epidemiológicos sobre el cáncer

de las glándulas salivales y el uso de teléfonos celulares en Dinamarca y llegó a la conclusión de que los datos no apoyan una asociación para el uso regular de teléfonos móviles. A pesar de su longitud, las estimaciones del riesgo para los tumores malignos y benignos fue de 0,7 (intervalo de confianza del 95%: 0,4 a 1,3) y el intervalo de 0,9 (de confianza del 95%: 0,5 a 1,5), respectivamente. Se encontraron resultados similares para los usuarios con hasta 10 años de uso del teléfono celular. El estudio Sadetzki y sus colegas, sin embargo, encontró un riesgo ligeramente elevado, pero no significativo, para los tumores benignos y malignos, ipsilateral a la parte preferida de uso del teléfono celular. El odds ratio (OR) para la categoría más alta del número acumulado de llamadas y duración de la llamada sin el uso de dispositivos de manos libres fueron 1,58 (intervalo de confianza del 95%: 1,11 a 2,24) y 1,49 (intervalo de confianza del 95%: 1,05 a 2,13), respectivamente, este estudio, cuando se publicó, provocó una gran controversia e informes alarmantes en la prensa. El cáncer de la glándula parótida es muy rara (2-3 casos por millón), lo que es muy difícil de realizar análisis estadísticos fiables. Carcinogénesis inducida por el tabaquismo a largo plazo ha sido sugerido como un factor de riesgo de ciertos tumores de cabeza y cuello (Maruri y Forastiere, 2008).

La publicación final de los resultados combinados del caso multicéntrico de control de los gliomas y meningiomas en 13 países (El Interphone Research Group, 2010), celebraron un odds ratio (OR) por debajo de la unidad para los gliomas (OR de 0,81 intervalo de confianza (IC) del 95% 0,70 a 0,94], así como para los meningiomas (OR 0,79, IC 95%: 0,68 a 0,91) para los usuarios de la telefonía móvil continua. Los autores interpretan esto como que posiblemente refleja un sesgo de participación o u otras limitaciones metodológicas y no como un efecto protector real efecto o no se observó un aumento 10 años después del primer uso de un teléfono (glioma. OR = 0,98, 95% IC entre 0,76 y 1,26 meningiomas; OR 0,83, IC 95%: 0,61 a 1,14) La razón de momios estaban debajo de uno para todos los deciles sobre el número de llamadas telefónicas y de datos de los nueve deciles y la duración de la llamada acumulativo. Sin embargo, el decil más alto de tiempo acumulado de llamada, la OR fue de 1,40 (IC 95%: 1,03 a 1,89) para los casos de glioma, y 1,15 (IC 95%: 0,81 a 1,62 in) para los casos de meningioma. Posiblemente estos resultados, sin embargo, fueron causados por algunos valores altamente inverosímil de uso del teléfono en este grupo, tales como 12 horas de uso por día, que influyó en los resultados, lo que los artificialmente altos.

La ubicación de los tumores, la OR para los gliomas tendió a ser mayor en el lóbulo temporal que otros lóbulos del cerebro, lo que corresponde a una parte del cerebro más expuestos a la radiación RF de los teléfonos celulares, pero los intervalos de confianza para la sede de tumor eran demasiado amplias, lo que hace difícil de interpretar. En cuanto al lado de la cabeza, el estudio Interphone agrupados para los gliomas mostraron mayor o para los tumores ipsilaterales de la cabeza a un lado de uso preferente del teléfono. Sin embargo, sobre la base de los estudios metodológicos que ya se ha mencionado anteriormente, este resultado podría explicarse por el sesgo de memoria, ya que los enfermos tienden a atribuir su parte preferida del uso del teléfono celular al mismo lado de la cabeza donde el tumor se produjo.

Otro hallazgo clave del estudio Interphone fue que no importa si la persona era un usuario de los teléfonos móviles digitales o analógicos a la ausencia de un mayor riesgo de tumores cerebrales.

La OMS ha publicado poco después de la final del estudio Interphone han salido a la luz un funcionario de la hoja Grupo de los CEM y de la Salud (2010), indicando en ella:

"Un estudio retrospectivo de casos y controles de los adultos, Interphone, coordinado por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), fue diseñado para determinar si existen vínculos entre el uso de teléfonos celulares y el cáncer de cabeza y cuello en adultos. El análisis internacional conjunta de los datos recogidos en 13 países participantes no encontró mayor riesgo de glioma o meningioma usar el teléfono por más de 10 años. Hay algunos indicios de un mayor riesgo de glioma de los que informaron de un 10% más horas acumuladas de uso de teléfonos móviles, pero no hubo tendencia constante de incremento del riesgo con el uso prolongado. Los investigadores concluyeron que los sesgos y errores limitado la fuerza de estos resultados e impiden una interpretación causal. "

Los resultados de la Interphone han sido criticadas por algunos activistas de los grupos científicos, como el Grupo de BioInitiative, epidemiólogos y algunos, como tener un número significativo de errores (Sarrachi y Samet, 2010), incluyendo el sesgo de selección y el recuerdo, la exclusión de jóvenes y niños y los casos de tumores cerebrales cuando fue la muerte, que puede haber llevado a los niveles estimados odds ratio (OR) artificialmente bajos en este tipo de estudio. Los críticos también han llamado la atención sobre la definición de que el protocolo se INTERPHONE usuarios regulares (un usuario normal se definió como la que hizo al menos una llamada a la semana durante seis meses, una exposición tan baja que el riesgo de la población expuesta habría sido seriamente subestimado).

A pesar de muchos comentarios sobre la publicación de 18 de mayo 2010 se puso de relieve el estudio no concluyente, nuestra opinión es que, por el contrario, sus conclusiones están plenamente justificadas. De hecho, el Interphone es el estudio más grande y más cuidadosamente controlados epidemiológica hasta la fecha, con el mayor número de usuarios de celulares a largo plazo, y el análisis de la relación más importante de los tumores del cerebro y la cabeza y el cuello con el uso de móviles de células de forma continua durante más de 10 años. En particular, todas las medidas de riesgo relativo fueron universalmente baja, situándose en torno a la unidad. Por otra parte, los resultados de la Interphone están de acuerdo con la mayoría de los estudios experimentales (in vitro e in vivo, así como la mayoría de estudios epidemiológicos a gran y la cohorte de casos y controles, con muchos de ellos basados en los registros de base poblacional con más de 400.000 participantes.

Por lo tanto, las conclusiones generales emitidos por instituciones muy respetadas, como la ICNIRP reflejan este posicionamiento de la comunidad científica:

ICNIRP (<http://www.icnirp.de/documents/ICNIRPnote.pdf>):

"En general, el estudio encontró un aumento del riesgo de los gliomas o meningiomas en relación con el uso de teléfonos móviles. (...) La ICNIRP de acuerdo en que los prejuicios y los errores del estudio excluyó a una interpretación causal de los resultados."

OMS (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>) en sus publicaciones oficiales en 2009 y 2010: Se justifica plenamente la falta de evidencia de efectos adversos para la salud en seres humanos dispositivos de radio frecuencia utilizada para bajo consumo de comunicaciones móviles, a pesar de la oposición de algunos grupos e individuos.

Además, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), Estados Unidos (<http://www.fda.gov/downloads/ForConsumers/ConsumerUpdates/UCM212306.pdf>) dice que:

"Los recientes hallazgos del grupo de Interphone, publicado en junio de 2010 en el Diario Internacional de Epidemiología, no mostraron mayor riesgo de cáncer de cerebro cuando el uso de teléfonos celulares. Pesar de que algunos datos sugieren un mayor riesgo para las personas que utilizan más pesados teléfonos móviles, los autores del estudio determinaron que los errores y sesgos limitada la fuerza de las conclusiones se pueden sacar. Según la OMS, el uso del teléfono celular se ha convertido en mucho más común y no pocas veces sucede que los jóvenes utilizan los teléfonos celulares durante el una hora o más por día. Este mayor uso es moderado, sin embargo, al reducir las emisiones en promedio de la última tecnología móvil, y aumentando el uso de la mensajería de texto y dispositivos de manos libres para mantener el teléfono alejado de la cabeza. "

Es importante destacar, sin embargo, que ningún estudio epidemiológico de la exposición a largo plazo mayor de 15 años se ha publicado hasta ahora. Considerando que los agentes ambientales, incluso muy agresiva, como la radiación ultravioleta dura debido a la exposición prolongada al sol y sin protección, neoplasias sólo después de latencias demostrado 20 años o más, el estado del conocimiento acerca de este parámetro de exposición a la RF tiene una gran carencia en este sentido.

Es posible que la latencia efectiva de las causas de cáncer debido a la exposición de RF pueden sobrepasar la media de vida de las personas que ahora son adultos, pero puede ser relevante para los usuarios que son niños o jóvenes de hoy. Por desgracia, todavía hay un gran estudio epidemiológico para este grupo de edad, aunque los niños y los adultos jóvenes constituyen una proporción cada vez mayor de usuarios de teléfonos móviles, PDAs y ordenadores portátiles con acceso inalámbrico de datos.

Las revisiones sistemáticas basadas en meta-análisis

Una técnica importante para la revisión sistemática es el meta-análisis, que utiliza métodos estadísticos especiales para combinar y comparar los resultados de diversos estudios con diseños similares y de investigación similares. Los criterios de selección para los estudios que componen el meta-análisis es un factor importante, debido a ciertos errores de análisis estadístico se puede introducir por esta selección y la influencia de los resultados. Por otra parte, a veces es difícil sacar conclusiones de los meta-análisis debido a la heterogeneidad de los estudios que se incluyeron (Croft et al, 2008).

En el período comprendido entre 2006 y 2009, se publicaron cuatro meta-análisis de estudios epidemiológicos de los tumores cerebrales en relación con la exposición a la radiación a que están expuestos los usuarios de teléfonos celulares: Lahkola et al. (2006), Hardell et al. (2007), Kan et al. (2007) y Khurana y col (2009).

Este último, que por separado se centró artículos que examinaron el uso de teléfonos celulares a largo plazo (menos de 10 años) y en el lado de la cabeza con el uso preferente del teléfono (tumores ipsilaterales), informó un odds-ratio combinado de 1,9 (intervalo de confianza del 95% entre 1.4 y 2.4) para los gliomas, 1,6 (IC95%: 1,1-2,4) para los neuromas acústicos, y 1,3 (IC95%: 0,9-1,8) de los meningiomas. Los autores concluyeron que "al usar un teléfono celular por más de 10 años, aproximadamente duplica el riesgo de ser diagnosticado con un tumor cerebral en el mismo lado de la

cabeza (ipsilateral) preferencia por el uso del teléfono móvil. Datos alcanzó significación estadística para los gliomas y neuromas acústicos, meningiomas, pero no para .. " Sin embargo, aunque los autores afirman que "se trata de un meta-análisis de la incorporación de los 11 estudios epidemiológicos a largo plazo en esta área, sólo cinco estudios se incluyeron en el análisis cuantitativo por encima, dos de ellos realizados por el grupo Hardell y tres por Interphone, ya que otros estudios habían registrado casos con más de 10 años de uso del teléfono celular.

El meta-análisis Lakhola et al (2006) para los estudios con más de 5 años de seguimiento, por otra parte, informó un odds ratio de 0,98 para todos los tumores intracraneales relacionados con el uso del teléfono celular, es decir, no No hay evidencia de la existencia de riesgo en la duración de la exposición. Para los gliomas, el tipo combinado fue de 0,96 para los meningiomas, 0,87, y el neuroma del nervio acústico fue de 1,07, y todos los valores estuvieron dentro del rango de 95%.

Los datos epidemiológicos sobre la exposición de los niños

El hecho de que más y más niños y adolescentes se conviertan en usuarios de teléfonos móviles (ya que la prevalencia es superior al 40% en niños menores de 15 años, y más del 90% de los adolescentes en algunos países) y de equipos inalámbricos ha expresado su preocupación por su salud, por lo que las autoridades públicas en algunos países han aprobado leyes que prohíben las estaciones base cerca de las escuelas, a pesar de que no tiene ninguna base científica (la densidad de potencia de los campos están muy lejos de la antena pequeñas y, por otra parte, la exposición de los niños de la escuela no está controlado por esta ley). Irónicamente, la prohibición del uso de teléfonos celulares por los niños, sin embargo, no fue objeto de la legislación hasta ahora.

Se ha argumentado por algunos investigadores que los niños podrían ser más vulnerables a la RF, porque su cuerpo está en desarrollo, y que su estructura cerebral podrían ser penetrado más profundamente por los campos de RF (véase la revisión de Otto y von Mühlen, 2007). Sin embargo, la diferencia más importante en el uso de teléfonos celulares entre los niños de hoy y adultos es una exposición más larga a la RF por el hecho de que comenzó a usar los teléfonos a una edad temprana (Schüz, 2005).

Aunque no hay evidencia científica de que los organismos en desarrollo son más vulnerables que los adultos a los campos de RF (Kheifets et al., 2005), actualmente no hay estudios epidemiológicos dirigidos a niños, niñas y adolescentes de los riesgos de cáncer por exposición a la RF. Una de las razones es que se trata de un fenómeno muy reciente. La otra razón es que la mayoría de los cánceres son causados por factores ambientales son muy poco frecuentes en los jóvenes. El tercer factor es que los estudios epidemiológicos que requieren la obtención de información de las entrevistas con los usuarios no son fáciles de hacer con los niños, especialmente menores de edad. Dos estudios internacionales de los tumores cerebrales en niños y adolescentes se encuentran actualmente en progreso, dolor de cabeza (Feychting, 2006) y MOBI-KIDS (Parrish, 2010, véase también <http://www.mbkds.com/>).

En conclusión, según Martens (2005), "Todo esto hace imposible una respuesta definitiva a la cuestión de si los niños son más sensibles a los campos electromagnéticos que los adultos. La investigación se necesitaba más consistente." Un enfoque de precaución, especialmente con los niños pequeños, puede ser la más barata y eficaz, por ahora.

Aunque no hay datos suficientes para concluir algo sobre el uso de teléfonos celulares por los niños y sus efectos en la salud, algunos estudios indican un mayor riesgo de leucemia en los niños que viven cerca de antenas de radio o televisión, que emiten campos electromagnéticos muy potentes radiodifusión (Ahlbom et al. 2004, Schüz y Ahlbom, 2008). Esto es típicamente un cáncer en la infancia, y muchos son los datos epidemiológicos disponibles sobre la exposición a largo plazo en su lugar de residencia. En un estudio de casos y controles realizado en Corea del Sur participación de 1.928 casos de leucemia (Ha et al. 2007) no hubo asociación entre el riesgo de leucemia y siempre que la intensidad de campo (OR = 0,83, IC del 95% : 0,63-1,08). Un segundo estudio de casos y controles realizado en 16 ciudades alemanas en las zonas alrededor de las ocho antenas de radio AM, FM y TV (Merzenich et al. 2008) que participan 1.959 casos de leucemia y 5.848 controles de base poblacional. No hubo aumentos generales en el riesgo de leucemia en la primera década (OR 0.86, IC 95%: 0.67 a 1.11), y también sin efecto de la distancia de las antenas (OR = 1,04 (IC 95%: 0,65 -1,67) entre los niños que viven dentro de los 2 km hasta el Parque del transmisor en comparación con los que vivían a una distancia de 10-15 km.

Los estudios ocupacionales

Intuitivamente, es fácil deducir que la exposición a RF puede ser un problema mucho más grave para la salud pública de la exposición del público en general, porque muchos trabajadores están expuestos diariamente a los campos de RF mucho más intensa, ya menudo por mucho más tiempo, para que puedan recibir "dosis" cantidad de radiación no ionizante más aguda y crónica. Ejemplos de estos trabajadores son técnicos de mantenimiento e instalación de antenas, amplificadores y transmisores de RF, los operadores de radar, incluidos los operadores de cámara de la policía y de seguridad, operadores de máquinas de soldadura de plásticos microondas, técnicos y profesionales de nivel dispositivos de salud que utilizan la terapia de microondas y RF y dispositivos de imagen que utilizan campos electromagnéticos intensos, como la resonancia magnética (aparatos de resonancia magnética). Por lo tanto, la evidencia de una relación de causa-efecto para el cáncer parece más probable en las condiciones laborales que en otros.

Aunque decenas de evaluaciones de riesgo en los estudios de RF con casos y controles y la correlación se han publicado en los últimos 50 años, pocos de estos estudios epidemiológicos fueron de gran tamaño o bien realizados sobre la exposición a RF y microondas mayoría de los estudios revisados por Ahlbom et al. (2004) se realizó en la década de 2000 y principios de los años 90 y muchos tenían defectos metodológicos. Por ejemplo, poco o nada de las mediciones de exposición a RF se hicieron, y el grupo de individuos expuestos se clasifican sólo en términos de su descripción de trabajo y / o la distancia de los transmisores.

Los principales resultados fueron publicados en salud ocupacional:

Neoplasias: la mortalidad total, la incidencia total de la incidencia del cáncer de cerebro, mama, testículos, el melanoma del ojo, cáncer de pulmón y la leucemia
Otros resultados de salud: la salud de incidencia de las enfermedades oculares (cataratas), cardiovasculares y reproductivos.

Brechenkamp et al (2003) evaluó los métodos y los resultados de nueve estudios de cohortes que se centró en diversos efectos en la salud de los trabajadores contra la exposición a RF, publicados entre 1980 y 2002. El tamaño de la cohorte osciló entre 304

(3362 años-persona) y cerca de 200.000 personas (2,7 millones de años-persona). Los grupos estaban compuestos por la exposición ocupacional de los trabajadores que utilizan calentadores dieléctrico en la fabricación de plásticos instalaciones, los trabajadores que utilizan dispositivos de radio (profesionales y aficionados), los trabajadores en la producción de tecnologías de comunicación inalámbrica, los usuarios de equipos de radar de la policía canadiense y los utilizados por los militares. Se evaluó la mortalidad total, mortalidad por cáncer, la incidencia de cáncer y otros resultados. En algunos estudios encontraron un mayor riesgo de varios tipos de cáncer en las personas expuestas, aunque en diferentes órganos. El estudio concluyó que, debido a deficiencias metodológicas de la mayoría de los estudios de cohorte, no se pudo sacar una conclusión acerca de si existe un mayor riesgo de cáncer por estas exposiciones ocupacionales.

Del mismo modo, Ahlbom et al (2004) revisaron 10 estudios de cohortes realizados entre 1988 y 2002 (con una gran coincidencia con la revisión de Brechenkamp et al.) Análisis y los riesgos relativos para los tumores cerebrales y leucemia en varios sectores profesionales trabajo. Los riesgos relativos o los odds ratios para los resultados eran en su mayoría por debajo o cerca de la unidad, con sólo 2 de 14 estudios sobre el cáncer de cerebro con RR ligeramente por encima de la unidad. También informó de que 6 de 12 estudios sobre la leucemia RR eran grandes, que van desde el 4,4 -7,7, y dos de ellos, realizados en Polonia, sobre quien vivía cerca de transmisores de radar militar, de alta potencia. Según los críticos, estas RR alta podría explicarse por errores metodológicos y sesgos secundarios o fuera de control los factores de confusión como la presencia de contaminantes químicos en el medio ambiente. El número de casos también variaron ampliamente, de 1 a 69 casos de leucemia y los casos 1 a 44 y los tumores cerebrales. Los autores también revisaron tres estudios de casos y controles sobre la exposición a la RF en relación con la leucemia y los tumores cerebrales. En estos estudios, la mayoría de los índices de riesgo relativo y las tasas estandarizadas de incidencia resultó por debajo o alrededor de la unidad, que no muestran asociación, así que.

Más recientemente, un estudio de caso-control de los riesgos laborales se llevó a cabo por la filial alemana de los estudios de Interphone (Berg et al, 2006). No se encontró ninguna asociación significativa entre la exposición a la radiofrecuencia y los tumores cerebrales como los gliomas (OR = 1,21) y meningiomas (OR = 1,34).

Hasta ahora, el balance de estos estudios epidemiológicos sugieren un mayor riesgo de cáncer de profesionales ocasionadas por la exposición crónica al parecer, una mayor densidad de potencia de RF para diversos grupos, tales como operadores de radar, los técnicos, la instalación de telecomunicaciones y técnicos de mantenimiento, entre otros . El resultado de la mayor preocupación es aumentar la tasa de leucemia, que debe ponerse en duda debido a los efectos de confusión y errores del estudio. No se demostró un efecto consistente, pero todavía no puede ser refutado por la baja calidad y corta duración de los estudios de cohortes y estudios de caso-control llevado a cabo hasta ahora.

Los estudios de viabilidad son los riesgos profesionales, sin embargo, se considera bajo (Breckencamp et al, 2009) debido al escaso número de sujetos expuestos, o por el hecho de que los niveles de exposición son muy altos en comparación con el población en general, menor duración de la exposición debido a los cambios frecuentes de empleo, los cambios tecnológicos y la alta variabilidad de uso documentado de equipo de protección personal (EPP), y la imposibilidad de separar la exposición a microondas y otras fuentes de RF los campos electromagnéticos u otros factores ambientales (por ejemplo, los

trabajadores que trabajan con los sellos y la soldadura de plásticos también son expuestos de forma simultánea a los vapores liberados por ellos durante el proceso).

En América Latina, ahora hay una creciente preocupación por la salud de los técnicos que realizan el trabajo de mantenimiento en las proximidades de las antenas "en vivo", es decir, que no se apagan durante los trabajos de mantenimiento. Quemaduras de primer y segundo grado se han reportado cuando los trabajadores llegaron a tocar las guías de onda o antenas de alta potencia. Aunque requerido por la ley, los operadores de telecomunicaciones en general, evitar cortar el flujo eléctrico a las antenas de las actuaciones, por temor de causar desequilibrios en el funcionamiento de la red. Parece poco peligro, sin embargo, si se ha adoptado un mínimo de cuidado y uso de EPP como guantes y ropa gruesa, cascos y materiales aislantes. Alanko y Hietanen (2007) visitó y evaluó los niveles de emisión de energía de RF en grandes conjuntos de antenas utilizadas por redes de telefonía móvil, las subestaciones y de radio y televisión y la radio digitales de aficionados, mide cerca de las escaleras de acceso a las torres. Se informó que todos los valores medidos en que los trabajadores se encuentran generalmente en el trabajo estaba por debajo de los niveles de la referencia ICNIRP ocupacional.

Curioso, pero fácil de entender por qué, es la posición de los médicos del trabajo en general, o que están a cargo de los programas de higiene del trabajo en las empresas de telecomunicaciones. Una encuesta realizada a más de 200 médicos trabajan en Brasil (Sabbatini et al., 2008, manuscrito inédito y comunicación personal) mostraron que 1) el concepto de las radiaciones no ionizantes para la mayoría de los médicos está relacionado con la exposición a un calor excesivo y la luz, el sol y la luz coherente (láser equipos, terapéuticos e industriales), equipos de soldadura de plástico para microondas, el uso industrial de los rayos ultravioleta, lámparas de arco, etc., 2), pocos médicos tienen un conocimiento sobre la exposición a RF utilizado en las comunicaciones de radio y sus riesgos, incluso los que trabajan en la industria, 3) creen que este agente físico es demasiado débil como para preocuparse, en comparación con otros más agresivos y peligrosos.

Análisis de tendencias de tiempo

Algunos dirían que el extraordinario crecimiento y la proliferación de las comunicaciones móviles es el mayor experimento jamás se ha hecho por el hombre. Esto significa que, literalmente, miles de millones de personas están expuestos diariamente a los campos electromagnéticos no ionizantes que emiten los teléfonos móviles y estaciones base, y millones fueron expuestos durante 20 años o más (aunque en el pasado, esto ha ocurrido en niveles mucho más bajos que en la actualidad). También vale la pena señalar que las antenas, emisión de radio de alta potencia son más de un siglo, y que la antena del radar y la televisión están en la mayoría de los países por más de 50 años. Por lo tanto, la exposición del público a la RF generada artificialmente no es algo nuevo.

Así que, pensando exclusivamente por el sentido común, sería de esperar que, incluso con tasas ligeramente mayor riesgo relativo de la unidad, la investigación epidemiológica se han podido detectar un número considerable de casos nuevos de cáncer cada año, debido a este aumento de la exposición de la población. No debemos olvidar que la aparición del SIDA fue detectado con un número de casos en lugar de 60 en los EE.UU..

Entonces la pregunta es: ¿dónde están estos nuevos casos de cáncer, si realmente hay una relación de causa-efecto entre una mayor exposición a energía de radiofrecuencia en

sus numerosas fuentes y la inducción artificial y la promoción de tumores in vivo?

Uno de los subproductos útiles de la estimación de las tasas de riesgo y la incidencia de los estudios de cohortes metodológicamente rigurosos y consistentes es la capacidad de predecir el número absoluto de casos de enfermedades que se pueden encontrar ahora o en el futuro. Esto se hizo con éxito con los fumadores de tabaco, por ejemplo, y fue de gran valor para la salud pública y para muchos programas de prevención, así como para la planificación de costes de los servicios de salud, el impacto de las medidas preventivas, y así sucesivamente.

Curiosamente, este enfoque ha sido muy poco utilizado en los estudios epidemiológicos de RF. A continuación, debe comprobar si las predicciones subestimar o sobreestimar la realidad. Uno de los pocos ejemplos de este tipo de análisis es un estudio de la evolución de la incidencia de melanoma uveal por Johansen et al. (2002), quien señaló que, a pesar de un incremento del 400% en la incidencia de cáncer de cuello uterino en Dinamarca en la década anterior, no se encontró correlación con el uso de teléfonos móviles.

Por lo tanto, es necesario para rescatar a otra poderosa herramienta en epidemiología: un análisis de tendencia en el tiempo de determinadas enfermedades. Por ejemplo, el cáncer de cerebro sigue siendo una enfermedad poco frecuente, cuando se considera en relación con la población en general. En los EE.UU., por ejemplo, Deorah et al (2007) hizo este análisis para todos los tipos de cánceres de cerebro, ajustada por edad. Su incidencia aumentó hasta 1987, cuando el porcentaje de dirección inversa, disminuye significativamente desde 1,68 hasta 0,44%. Este período de declive coincidió casi exactamente con la introducción a gran escala de la telefonía móvil en el país. Obviamente, estas variaciones en la incidencia puede tener nada que ver con los factores ambientales: simplemente puede deberse al aumento del número de casos diagnosticados a través del uso de mejores tecnologías médicas para la detección, tales como la exploración del cerebro (que tuvo lugar en principios de la década de los años 80), segmentos más amplios de la población analizada, la introducción de programas preventivos, etc.

Algunos estudios recientes han abordado esta cuestión. Por ejemplo, Muscat y col. (2006) analizó la tasa de incidencia de los cánceres del sistema nervioso central (SNC) de 1972 a 2002. Llegaron a la conclusión de que estos tipos no han cambiado significativamente durante este período, a pesar del crecimiento exponencial de suscriptores móviles desde 1984. Las ganancias por Deorah et al. (2006) tampoco apoyan la hipótesis de que el riesgo de cáncer cerebral y la supervivencia en los EE.UU. se han visto afectados por un aumento en el número de casos debido al aumento de la población expuesta. En Suiza, las tasas de mortalidad por tumores cerebrales, como en muchos otros países, se mantuvo estable en todos los grupos de edad (Röösli et al, 2007). incidencia ajustada por edad y la mortalidad por cáncer del SNC están disminuyendo en la mayoría de los países. En el estudio de Röösli y empleados, la tasa anual de casos nuevos de cáncer de cerebro 45 a 59 años 1987 a 2002 fue del -0,3% para los hombres y - 0,4% para las mujeres. Hay, sin embargo, un ligero aumento en la incidencia de cáncer cerebral entre los jóvenes, como para muchos otros tipos de cánceres como el de mama y tiroides, pero la razón es actualmente desconocido (Sterouvtava, 2006).

Es importante destacar, sin embargo, que el cálculo de la asociación estadística entre las tendencias temporales de las variables relevantes está plagado de dificultades. Cualquier dos variables que fluctúan arriba o hacia abajo en sintonía generará una asociación

espuria de alta, sin que ello necesariamente indica que tienen una relación causal. Por otra parte, teniendo en cuenta que el tiempo transcurrido para la aparición de cáncer suele ser muy grande, todavía no sería capaz de detectar un aumento en el cáncer supuestamente causados por masivos de población cada vez más expuestos a debido a la comunicación móvil de RF. Podía ocurrir, pero en algún momento en el futuro. La mayoría de los trabajos científicos presentados en este examen, sin embargo, indican que este aumento tendría una credibilidad muy baja.

Conclusiones del Estudio Epidemiológico del Cáncer

Partir de la revisión de la literatura sobre la epidemiología del cáncer en personas expuestas a niveles de RF utilizados en las telecomunicaciones, parece que hay un consenso científico de que no hay evidencia de un mayor riesgo de cáncer y la mortalidad entre los usuarios de teléfonos móviles. En cuanto a la incidencia de cáncer, los resultados recientes (2007 y 2008), de grandes estudios de cohortes, controlada y planificada (como la investigación danesa sobre la base de la población) y grandes estudios de caso / control (como el proyecto Interphone), siempre que el mejor evidencia epidemiológica hasta la fecha por la falta de riesgo para los usuarios de hasta 15 años de uso continuo de los dispositivos móviles. Sin embargo, aunque se carece de datos para los usuarios a largo plazo (cáncer del cerebro pueden tener latencias de 30 años o más).

En cuanto a una posible asociación entre la exposición a la comunidad a las estaciones base de telefonía móvil y efectos sobre la salud, ha sido casi imposible de probar debido a la falta de estudios amplios y de buena calidad, y las dificultades metodológicas inherentes a este tipo de estudio. Desafortunadamente, el estatus científico de la investigación epidemiológica en esta área se basa en un terreno muy frágil, sin una excusa, ya que, en contraste con otras áreas de investigación están mejor establecidos, "las preguntas de investigación de RF no son movidos por una hipótesis biofísicos específica, sino una preocupación general de que hay efectos desconocidos de la radiofrecuencia o mal entendido "(Ahlbom et al, 2004).

Las conclusiones se expresan mejor por las declaraciones presentadas por los siguientes autores y comités de expertos:

Ahlbom et al, 2004 (ICNIRP), "En general, a pesar de ocasionales asociaciones significativas entre los distintos tipos de tumores cerebrales y el uso de teléfonos móviles analógicos, no es consistente informó la asociación en los estudios de base poblacional. El factor tiempo en los estudios epidemiológicos y la falta de conocimiento sobre la exposición real a RF del cerebro durante el uso de teléfonos móviles a la actual (...) militan fuertemente en contra de la capacidad actual para detectar cualquier forma de asociación verdadera. Por lo tanto, la evidencia actual no es concluyente sobre el riesgo de cáncer después de una fuerte exposición a RF de los teléfonos móviles. Los resultados (...) de los estudios epidemiológicos hasta la fecha no dan ninguna evidencia consistente y convincente una relación causal entre la exposición a la RF y los efectos adversos para la salud. Por otra parte, estos estudios tienen defectos demasiado para una asociación que se descarta. "

Ahlbom et al, 2009 (ICNIRP): A pesar de las limitaciones metodológicas y la escasez de datos sobre la latencia y el uso a largo plazo, los datos disponibles no sugieren una asociación causal entre el uso de teléfonos celulares y los tumores de rápido crecimiento, como los gliomas malignos en los adultos (al menos para los tumores con la inducción

corto). Para los tumores de crecimiento lento, como los meningiomas y neuromas acústicos, así como los gliomas de los usuarios a largo plazo, la falta de asociación reportado hasta el momento es menos concluyente, ya que el período de observación fue muy corto. "

CCRSERI (2007): La evidencia epidemiológica indica que el uso de teléfonos celulares por menos de 10 años no supone ningún aumento del riesgo de tumores cerebrales o neuroma acústico. Los datos a largo plazo son escasos y las conclusiones son provisionales y por lo tanto incierto - Sin embargo, los datos disponibles, parece que no hay mayor riesgo de tumores cerebrales en usuarios a largo plazo, con excepción de neuroma acústico que hay una cierta evidencia de una asociación (...) En conclusión, no hay efectos en la salud demostrado de forma consistente en los niveles de exposición por debajo de los límites de la ICNIRP creada en 1998. Sin embargo, la base de datos para esta evaluación es limitado, especialmente para la exposición a largo plazo a bajo nivel.

OMS / IARC (Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer) - Informe 2008.
<http://www.iarc.fr/en/Publications/PDFs-online/World-Cancer-Report>

"La radiación de la radiofrecuencia que emiten los teléfonos móviles se ha investigado en varios estudios. Hay alguna evidencia de que un uso intensivo a largo plazo de los teléfonos celulares pueden estar asociados con un riesgo moderadamente mayor de gliomas, tumores de la glándula parótida y neuromas acústicos Sin embargo, la evidencia es contradictoria y el papel de sesgo en estos estudios no se puede descartar (...) Con referencia a la radio, los datos disponibles no muestran ningún exceso de riesgo de cáncer de cerebro y otros cánceres asociados con el uso de teléfonos celulares (...) Después de 1983 y, más recientemente, durante la prevalencia creciente de usuarios de teléfonos móviles, la incidencia (tumor cerebral) se mantuvo relativamente estable para los hombres y mujeres. "

Partes del estudio Interphone se han publicado hasta ahora en su mayor parte no son compatibles con la existencia de asociaciones significativas entre la alta incidencia de varios tipos de tumores cerebrales y el uso de teléfonos celulares, por lo menos para los gliomas, meningiomas y neuromas y como para los tumores de las glándulas parótidas. Las expectativas en torno a la importancia y los resultados del Interphone, por lo tanto, han sido ampliamente justificado por sus resultados, que parecen ser de mayor calidad y autoridad hasta el momento. Los estudios de cohortes de gran escala y de alta calidad como el COSMO (Schüz, 2006), así como modelos para la exposición de la comunidad debe ser el próximo gran proyecto para resolver las cuestiones pendientes sobre la evaluación del riesgo en diferentes grupos de edad, especialmente los niños.

Otros síntomas y enfermedades

Es muy difícil para superar los problemas metodológicos de los estudios epidemiológicos con el objetivo de evaluar los riesgos relacionados con la exposición a la RF y otras enfermedades comunes. Una razón importante es que, a diferencia de los estudios de incidencia de cáncer, la mayoría de las enfermedades que no son candidatos a someterse a un registro obligatorio y que los registros de los pacientes son incompletos, a menudo inexactos y ha contribuido por muchos proveedores de salud que con datos retrospectivos sobre la base de información del paciente son generalmente poco fiables.

El sistema cardiovascular, digestivo, nervioso, endocrino y reproductivo, constituido hasta ahora las principales áreas de interés en los estudios epidemiológicos, pero no han sido investigados adecuadamente. Algunas enfermedades degenerativas como el síndrome lateral amiotrófica también fueron considerados.

Ahlbom et al. (2004) analizaron el efecto de distintos tipos de exposición a los campos electromagnéticos sobre las enfermedades distintas del cáncer. La principal variable independiente en la mayoría de los estudios fue la descripción del puesto y el número de sujetos por estudio era demasiado pequeño.

En otra revisión reciente de estudios epidemiológicos sobre los efectos de la exposición a la radiación electromagnética emitida por las estaciones base de antenas de telefonía móvil, Rösli et al (2009) analizaron 17 artículos que se consideraron la calidad científica satisfactoria, entre ellos 11 estudios epidemiológicos y seis exposición controlada. La mayoría de los artículos (14) examinaron la asociación entre la exposición y el bienestar y los síntomas subjetivos y no específicos de la enfermedad. descrito por los pacientes (malestar general, dolor de cabeza, fatiga, náuseas, etc.) La mayoría de los estudios que trataron de estudiar los efectos agudos de la exposición no encontró ninguna asociación con síntomas durante o poco después de la exposición a la radiación de las estaciones base en estudios de laboratorio no encontró ningún patrón de respuesta coherente, lo que sugiere que los síntomas informados no tenía nada que ver con la propia exposición. Los estudios epidemiológicos no han mostrado evidencia de que las personas que viven cerca de estaciones base son diferentes de los que no viven cerca de ellos. Los autores afirman que la exposición de los seres humanos en condiciones de campos electromagnéticos por encima de 1 V / m sucede casi nunca, por lo que no es posible ponerlas en práctica.

Cataratas: Parecen ser un resultado plausible para calefacción local promovidos por los campos de microondas emitidas por un teléfono celular usado en la proximidad de los ojos, y varios estudios previos han reportado una incidencia de un posible aumento de las cataratas en los distintos tipos de trabajadores que tratan con RF pulsos de alta intensidad, como el radar, la televisión y emisoras de radio. La calidad de estos estudios iniciales, sin embargo, fue baja (OMS, 1993). En la revisión de Ahlbom, cuatro de estos estudios anteriores realizados entre 1965 y 1984 no mostraron evidencia de un mayor riesgo de cataratas en las categorías estudiadas. La mayoría de ellos no fueron adecuadamente el control de los efectos potenciales de confusión de variables tales como la exposición crónica al sol sin protección ocular (un riesgo bien documentado).

Riesgo reproductivo: Varios parámetros fueron evaluados en relación con la exposición ocupacional a RF en 17 estudios realizados entre 1975 y 2000: La calidad del semen, la fertilidad, aborto espontáneo, muerte fetal, bajo peso al nacer y defectos congénitos. En 10 estudios, los casos se fisioterapeutas, tanto hombres como mujeres, que a menudo se utiliza en los hornos de microondas y calentadores de RF sin medidas de protección. El resto fueron los operadores de radar militares y de trabajo con los transmisores de alta potencia de RF. No hay estudios sobre el mantenimiento técnico de los sistemas de antena de RF. La mayoría de estudios no ha encontrado ningún gran efecto, y mostró un riesgo relativo de las tasas de alrededor de 1,3, a excepción de algunas pruebas de una reducción en el número de espermatozoides en tres estudios. Según Ahlbom, "dada la sensibilidad conocida al calentamiento de la espermatogénesis, aunque sutil, la posibilidad de reducción de la fertilidad en hombres expuestos es razonable."

Enfermedades cardiovasculares: Pocos estudios de buena epidemiológicos sobre la incidencia y el riesgo de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión y la cardiopatía isquémica. Un vínculo específico etiológico biofísicos y que podrían causar estas enfermedades por los campos de RF es difícil de explicar, y todos los numerosos factores de riesgo importantes para enfermedades cardiovasculares no siempre fueron bien aislada estudios existentes, tales como la herencia genética, la intensidad del estrés crónico, el tabaquismo, la dieta, el ejercicio, trastornos de lípidos, etc. Un estudio de cohorte de casi 200.000 empleados de Motorola (Morgan et al, 2000) expuestos a RF mostró una tendencia opuesta (aunque no está claro el grado de exposición de las personas o los controles). Se observó una menor mortalidad, la hospitalización y menor incidencia de enfermedades cardiovasculares entre los usuarios de teléfonos celulares que en los controles, con riesgos relativos alrededor de 0,5, lo cual demuestra el llamado "efecto del trabajador sano".

Los cambios de comportamiento: Debido al hecho de que los datos obtenidos por entrevistas conductuales subjetivos son de baja confiabilidad, algunos estudios epidemiológicos se han llevado a cabo estudios de casos y controles y de cohortes sobre el efecto de las radiaciones no ionizantes de la conducta humana bajo nivel. Una excepción es Divan et al (2008), que analizaron la asociación entre la exposición materna a los problemas de celulares y de comportamiento prenatal y postnatal en los niños en un gran estudio de cohortes prospectivo de los / retrospectiva. Las madres de 13.159 niños en Dinamarca respondió a los cuestionarios sobre el uso de teléfonos celulares durante el embarazo hasta por siete años antes del nacimiento, así como la conducta y el uso de teléfonos celulares de sus hijos. Los autores informaron odds ratios ajustados de 1,8 a problemas de conducta en los niños que habían "posible" uso de la exposición prenatal y postnatal de los teléfonos celulares por sus madres. La conclusión fue que la exposición "para el uso de teléfonos móviles se asocia con problemas de conducta como la hiperactividad y los problemas emocionales a la edad de ingreso a la escuela." El estudio, por desgracia, había una serie de posibles sesgos y las variables de confusión, e incluso los autores cuestionaron la importancia de sus resultados, ya que "las asociaciones observadas no son necesariamente causales y la confusión causados (...) No se mide por problemas de conducta podría haber producido tales resultados. Por otra parte, este es el primer estudio de este tipo (...) y espera la réplica. "

síntomas no específicos: diferentes grupos de personas que viven cerca de estaciones base de telefonía móvil han informado de una amplia gama de síntomas tales como fatiga, malestar, vértigo, mareos, trastornos del sueño, dolores de cabeza, síntomas gastrointestinales, tales como náuseas y diarrea, pérdida del apetito, síntomas visuales, disminución de la libido, pérdida de memoria y concentración y la depresión, probablemente causada por esta proximidad. Cabe señalar que estos son síntomas comunes en muchas enfermedades, o son hechos aislados, sin una causa específica. También han sido asociados con trastornos mentales leves, estrés, ansiedad, depresión, manifestaciones psicósomáticas (somatización) y otros trastornos afectivos. Los diseños experimentales (llamados estudios de provocación) son más apropiadas para investigar la aparición de estos síntomas en relación con la exposición a RF de los particulares. Los estudios epidemiológicos existentes sufrido de varios problemas metodológicos que a menudo se invalidan los resultados, debido principalmente a errores de muestreo, el sesgo de memoria fuerte, y otros que se analizan a continuación, sin embargo, varios estudios de corte transversal de baja calidad se han realizado (Santini et al, 2002, 2003, Navarro et al, 2003, Hutter et al, 2006), causando gran alarma entre la población y obtener respuestas de las autoridades públicas. Sin publicar estudios de casos y controles

o de cohortes sobre este tema. Los estudios transversales son insuficientes porque no proporcionan los controles con las personas que viven en zonas alejadas de la estación de base local. Además, los estudios no eran ciegos, abriendo la posibilidad de sesgo y varios otros errores. La encuesta realizada por Hutter era un poco mejor diseñado que Santini y Navarro (estudio de Navarro a partir de datos de una estación base sólo!).

Más recientemente, un grupo de investigación en Alemania llevó a cabo un estudio epidemiológico de la base de la población, la investigación de los efectos adversos para la salud de las estaciones base de telefonía móvil (Berg-Beckoff et al., 2009). En la primera fase del estudio se llevó a cabo una encuesta nacional de más de 30 000 encuestados que respondieron a un cuestionario por correo en sus quejas de salud general y síntomas, así como la proximidad (hasta 500 m), antenas de telefonía de la célula. Como resultado, alrededor del 18% de los encuestados estaban preocupados por los posibles efectos en su salud, mientras que un 10% atribuye sus problemas de salud a las estaciones base. En la segunda fase del estudio, la medición de los campos de RF se realizó en los hogares de cerca de 3.000 encuestados. No se encontró correlación entre la proximidad de estaciones de base y problemas de salud, pero los encuestados que se habían quejado de trastornos del sueño más de otros problemas de salud.

Schüz et al. (2009) evaluaron otros trastornos del sistema nervioso, el cáncer que en el estudio de cohorte danesa de más de 420 mil habitantes, tanto para los usuarios de corto y largo plazo, los teléfonos móviles, utilizando los registros de salud de la base de datos del hospital. Los usuarios de teléfonos celulares tenían un riesgo de 10 a 20% de las migrañas más, el vértigo y el riesgo de 30 a 40% menor de la epilepsia, la demencia y otras enfermedades degenerativas del sistema nervioso como el Alzheimer, el Parkinson, la esclerosis lateral amiotrófica, esclerosis múltiple, etc. Los resultados son difíciles de interpretar sin embargo, debido a que sólo una fracción de los pacientes con síntomas prodrómicos aparecen en los archivos (mareos y dolores de cabeza por lo general simples no son una enfermedad que requiere hospitalización), y sesgos diferentes que podrían estar en funcionamiento en relación la fiabilidad de los registros de abonados de uso del teléfono móvil.

El efecto nocebo

De hecho, la preocupación por los efectos de los CEM parece ser el resultado de la sorprendente noticia publicada en la prensa e Internet, haciendo que algunas personas en una serie de síntomas psicosomáticos y signos que son similares a otros trastornos de ansiedad como el trastorno de pánico (Rösli, 2008). Se trata de un tipo de efecto nocebo llamada (Bonneux, 2007). es lo contrario del efecto placebo ya veces es muy perjudicial para la calidad de vida de los afectados, a veces la prevención de trabajo normal. En este sentido, Rösli (2008) concluyó que

"Los riesgos para la salud del mantenimiento de alarmas del medio ambiente mediante estudios falsos positivos han sido descuidados. Nocebo La hipótesis de que las expectativas de la enfermedad causa la enfermedad en los distintos expectante. Mantenga la ansiedad, el fomento de la duda en las mentes de los incautos acerca de la calidad el medio ambiente en que viven puede causar una enfermedad mental grave. La ansiedad causada por ésta en la salud es un problema de salud pública que deben ser abordados por derecho propio.

Use un dosímetro personal RF permitiría una mejor medida de exposición a la RF a nivel individual y hacer correlaciones con los síntomas subjetivos, de una manera muy similar a la de los registradores de ECG Holter utilizados en cardiología de diagnóstico. Recientemente, el primer estudio con este enfoque se publicó (Thomas et al, 2008). Los autores no hallaron una asociación estadísticamente significativa entre la exposición a RF y síntomas crónicos o entre la exposición y los síntomas agudos.

Los estudios epidemiológicos en América Latina

No hemos encontrado ningún estudio significativo epidemiológicos sobre los efectos de los campos electromagnéticos de alta frecuencia sobre la salud humana. En Sao Paulo, Brasil, un grupo de investigación multi-institucional se ha establecido para el estudio epidemiológico de la exposición a campos electromagnéticos a frecuencias muy bajas (ELF) generados por las líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje.

Las principales conclusiones de los estudios epidemiológicos

Por consiguiente, concluimos que los estudios epidemiológicos de RF publicados hasta la fecha no han demostrado consistentemente el nivel de significativos de la existencia de posibles efectos adversos para la salud de los campos electromagnéticos en el espectro de radiofrecuencia no ionizantes y el nivel de potencia de microondas por debajo de los umbrales de seguridad recomendadas, y que numerosas fallas metodológicas, junto con el pequeño número de resultados de salud discutido hasta ahora no permiten conclusiones definitivas, sobre todo cuando se trata de niños. Nuestros resultados están en línea con otros expertos nacionales e internacionales, declaraciones oficiales, tales como:

Comisión Europea (2009). Efectos sobre la salud de la exposición a los CEM. Dictamen del Comité Científico sobre Riesgos Emergentes y Recientemente Identificados los Riesgos Sanitarios (CCRSERI) (pág. 4).

"Se encontró que a partir de tres líneas independientes de evidencia (epidemiológicos, estudios en animales y en estudios in vitro) que la exposición a campos de RF es poco probable que conduzcan a un aumento de cáncer en seres humanos."

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/scenihhr_opinions_en.htm

Informe del Consejo de Salud de Holanda (2009) Informe anual de actualización de 2008:

"El comité también se analiza la relación entre los campos electromagnéticos y la actividad cerebral y entre los CEM y síntomas de salud. En ambos casos, la Comisión concluye que no hay evidencia científica de que la exposición a niveles ambientales de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia causar problemas de salud. "

<http://www.gr.nl/index.php>

ICNIRP (2009): Declaración sobre "Directrices para limitar la exposición a variables en el tiempo los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz)"

".. Es la opinión de la ICNIRP que la literatura científica publicada desde 1998 ha proporcionado ninguna evidencia de efectos adversos por debajo de las restricciones básicas y no requiere una revisión inmediata de sus directrices sobre la limitación de la

exposición a campos electromagnéticos de alta frecuencia

<http://icnirp.org/documents/StatementEMF.pdf>

Agencia Francesa para el Medio Ambiente y Seguridad Ocupacional y Salud (2009):

• "... los datos experimentales disponibles no indican que la exposición efectos corto o largo plazo a campos electromagnéticos de radiofrecuencia, y ni los datos epidemiológicos actuales indican los efectos de la exposición a corto plazo. Persisten las dudas sobre los efectos de largo plazo, sin embargo el grupo insistió en que no existe un mecanismo biológico ha sido creado para apoyar la presencia de daño a largo plazo".
http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/964737982279214719846901993881/Rapport_RF_20_151009_1.pdf

Y, por último, de la fuente más autorizada, el análisis de la literatura por el grupo de expertos de la OMS Proyecto CEM, miles de artículos científicos publicados en revistas sobre todos los aspectos relacionados con los campos electromagnéticos y la salud llevaron a la declaración oficial siguiente:

Organización Mundial de la Salud (2007)

"A pesar de una extensa investigación, hasta la fecha no hay datos recientes para concluir que la exposición a campos electromagnéticos en los niveles de baja intensidad sea perjudicial para la salud humana." (Punto Clave # 6)

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html>

"Hasta ahora, todas las opiniones de expertos sobre los efectos en la salud de la exposición a campos de RF han llegado a la misma conclusión: No hay consecuencias perjudiciales para la salud establecidos por la exposición a campos de RF a niveles por debajo de las directrices internacionales sobre los límites de exposición, publicado por la Comisión Internacional sobre Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, 1998) "Los niños y los teléfonos móviles:.. declaración Aclaración (segundo párrafo)

http://www.who.int/peh-emf/meetings/ottawa_june05/en/index4.html

Folleto informativo N ° 304: Campos electromagnéticos y salud pública: las estaciones de radio base y tecnologías inalámbricas (mayo de 2006)

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/en/index.html>

Conclusiones: Teniendo en cuenta la exposición muy bajos niveles y resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay evidencia científica convincente de que las débiles señales de RF de estaciones base y redes inalámbricas tengan efectos adversos para la salud".

Folleto informativo N ° 193: Campos electromagnéticos y salud pública: los teléfonos móviles (mayo 2010)

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>

"Muchos de los grandes estudios epidemiológicos multinacionales se han completado o están en curso, incluyendo estudios de caso-control y estudios prospectivos de cohorte que examinaron diversos parámetros de salud en los adultos. Hasta la fecha, los resultados de los estudios epidemiológicos no proporcionan evidencia consistente de un relación causal entre la exposición a la RF y los efectos adversos para la salud. Sin

embargo, estos estudios tienen limitaciones demasiado para excluir completamente una asociación (...) El creciente uso de teléfonos móviles y la falta de datos sobre el uso de ellos durante los períodos de más de 15 años justifica la realización de investigaciones sobre el uso de teléfonos celulares y el riesgo de cáncer cerebral. En particular, la reciente popularidad del uso de teléfonos celulares entre los jóvenes y por lo tanto una vida de potencialmente más la exposición, la OMS promueve la investigación sobre este grupo .. "

Fuerte evidencia y el conocimiento sobre la relación entre la exposición personal a los campos electromagnéticos, como los utilizados en las comunicaciones de RF y de radiodifusión, son todavía limitados, debido principalmente a la falta de estudios epidemiológicos en grandes y bien controlados, así como establecer un límite a los resultados de salud que se han estudiado hasta ahora. Añadir a que todas las dificultades metodológicas importantes que surgen de tales estudios. Los estudios indican una asociación positiva son escasos y son significativamente superados por los estudios con resultados negativos. No es una buena consistencia entre los estudios. Bien realizado meta-análisis sobre la incidencia del cáncer de cabeza y el cerebro sugieren que no hay riesgo (por ejemplo, Lakhola et al., 2006).

Esto se aplica a los resultados relacionados con el cáncer como los cánceres de la cabeza y el cuello a la comprobación de los efectos adversos sobre el aparato reproductor (por ejemplo, la esterilidad, malformaciones fetales, etc), así como otros síntomas y efectos adversos para la salud que se estudiaron, por ejemplo en los trastornos de los ojos cardiovascular, endocrino, efectos en el sistema nervioso y el síndrome de hipersensibilidad electromagnética llamada (el síndrome de hipersensibilidad electromagnética - EHS). relaciones de riesgo relativo se calculó empíricamente, sobre todo cerca de la unidad, lo que indica ausencia de riesgo, o, si más de uno, con valores relativamente bajos, que son difíciles de interpretar debido a la baja incidencia de estas enfermedades en las muestras estudiadas.

Esta falta de pruebas es particularmente grave en los estudios epidemiológicos a largo plazo relacionados con la exposición de la comunidad para estaciones base de los niveles bajos de RF utilizado por estos dispositivos digitales modernos se espera que sugieren que las latencias extremadamente largas a cualquier manifestación de los efectos crónicos de salud de la exposición, pero ningún estudio ha sido completado hasta la fecha que se ha ocupado de la latencia de tiempo de más de 10 años.

Así, los estudios epidemiológicos y la observación longitudinal prospectivo de décadas de alta calidad tendrá que hacerse antes de cualquier evidencia puede ser proporcionada a este respecto. Además, no hay datos epidemiológicos sobre grupos específicos de usuarios como los niños.

Declaraciones de la Comisión de Expertos de América Latina

miembros de la Comisión concluyó que, dadas las dificultades metodológicas y los enormes costos implicados en este tipo de investigación, este tipo de investigación no es una prioridad para la región en este momento, y que estos podrían ser mejor aplicados por los países con más recursos, como se está haciendo en el proyecto Interphone. Está claro que sus resultados puedan extenderse a América Latina.

La Comisión también sugiere que hay nuevas orientaciones para la investigación

epidemiológica sobre la salud en relación con la financiación de la atención de la investigación y la salud, debido a los enormes costos humanos y económicos de las enfermedades como el dengue, la malaria, la enfermedad de Chagas, la tuberculosis, el SIDA, desnutrición, trastornos del desarrollo, y otros que aún prevalecen, pero con pocos fondos y abandonados por las compañías farmacéuticas y de atención médica en los países más desarrollados.

Cuestiones metodológicas en los estudios epidemiológicos

Ahlbom et al. (2004) llamó la atención sobre las dificultades que rodean los estudios puramente observacional y epidemiológico de los resultados de salud adversos de la exposición a campos de RF de mediano y largo plazo.

Otros autores, como Auvinen et al (2006) también se refirió a estos puntos, con el argumento de que las mejoras principales se deberán realizar sobre los factores que afectan la validez de los estudios epidemiológicos sobre los efectos en la salud del uso de teléfonos móviles, como en la arquitectura de los estudios y una evaluación precisa de la exposición.

Por lo tanto, debido a la gran importancia de la clasificación de la revisión crítica y sistemática de los estudios epidemiológicos, se decidió a hablar y revisar brevemente algunos puntos importantes de la calidad metodológica en este punto.

La diversidad de la contribución de las fuentes de exposición: Valberg et al (2007) indicó que el cuerpo humano absorbe cinco veces más energía de RF de las emisiones de radio FM y TV (unos 100 MHz) que la frecuencia emitida por estaciones de base que se utiliza en las comunicaciones móviles (1-2 GHz). Hay pocas razones para que un estudio epidemiológico destacó la certeza de la exposición a una estación base de la antena de telefonía móvil, por ejemplo, sólo porque está cerca del lugar donde viven los individuos, a excepción de una evaluación de la prevalencia de la exposición, pero esto no justifica la exclusión de otras fuentes de emisión de RF, salvo que se lleva a cabo un análisis espectral de forma prospectiva durante la exposición. Por lo tanto. Actualmente existe poca evidencia para justificar los estudios epidemiológicos que se derivan sus conclusiones exclusivamente a los efectos nocivos de las ondas de radio emitidas por antenas de telefonía móvil, dejando de lado las ondas de radio emitidas en las frecuencias producidas por otros tipos de transmisores en la vecindad de los sujetos estudiados (Schüz et al, 2000). Estos autores llevaron a cabo experimentos que muestran que la contribución de frecuencias de telefonía móvil del total de RF es pequeño y que la densidad de potencia total refleja mucho más las frecuencias utilizadas por las emisoras de FM, emisoras de AM y TV. Como es imposible que las personas son sometidas a un rango de frecuencia única para cualquier período de tiempo significativo, la determinación de la contribución de cada banda para el riesgo general sigue siendo una tarea difícil, en el mejor (Neubauer et al, 2007). De hecho, algunos autores sugieren que "es prácticamente imposible eliminar la exposición a RF de otras fuentes para estudiar los efectos aislados de los teléfonos móviles en la salud." (Kohli et al, 2009), por lo que no se puede inferir de ninguna manera una relación de causalidad de RF debido a una sola fuente (por ejemplo, teléfonos, móviles o estaciones base).

Mal estima la exposición de la población: se trata de la mayor debilidad de esta metodología en la mayoría de los estudios epidemiológicos. Con las técnicas utilizadas en

los estudios reportados hasta el momento, especialmente para la comunidad y la exposición ocupacional, es casi imposible determinar con cierto grado de fiabilidad que la intensidad de la variable independiente, que es la Tasa Específica de Absorción (SAR) de diferentes partes del cuerpo, incluso cuando las densidades de energía de campo se miden.

Muchos estudios profesionales, por ejemplo, utiliza sólo una descripción del trabajo de los temas expuestos como un indicador aproximado de la exposición (Ahlbom et al, 2004), o utilizar la misma distancia de la fuente más cercana de RF para determinar los casos y controles, o se basaron sólo en cálculos teóricos para la distribución de RF de una antena a varias distancias. Una amplia gama de variaciones de tiempo de exposición o la intensidad se combinaron, incluso en los estudios aparentemente bien diseñado. Por lo tanto, la fiabilidad y la robustez de los elementos de estas investigaciones epidemiológicas son muy bajos y no se puede confiar para llegar a ninguna prueba. Breckencamp et al (2008) hizo una comparación entre los riesgos calculados con base en los datos técnicos de las antenas de RF y los niveles celulares medida por los dosímetros y concluyó que la correlación entre ellas es muy baja (0,28 en promedio) y como la especificidad y la sensibilidad de estos cálculos para estimar la intensidad real del campo, las distancias calculadas de los mapas de introducir un alto grado de incertidumbre sobre la intensidad de medida, y que sólo dosímetros personales que se llevan debe ser utilizado en estudios epidemiológicos de exposición Comunidad, debido a grandes errores introducidos utilizando medidas indirectas o su representante ("proxy"). Por lo tanto, Auvinen et al (2003) sugiere que la mayoría de las conclusiones de la "presencia" o "sin efecto observado que casi siempre se debe al azar en lugar de una conexión real.

Además, es sumamente importante la utilización de datos más objetivos de los que son auto-reportados por los usuarios y la intensidad de uso de los teléfonos móviles, tanto para los estudios experimentales y epidemiológicos. El número y la duración de las llamadas realizadas mediante la obtención de información de los proveedores de telecomunicaciones es una de esas medidas, pero es difícil saber quién era realmente el uso del teléfono cuando la llamada se hizo, o se está haciendo a través de auriculares dispositivos o el altavoz. Schüz y Johansen (2007) encontraron una concordancia del 60% entre el uso de auto-reporte (una medida que sufre toda clase de sesgos de memoria en sí mismo), y los registros objetivo de los operadores de telefonía móvil. Esto, por supuesto, es que el margen de error para el cálculo de riesgos relativos con un pequeño número de sujetos, que no es sorprendente que haya puestos de trabajo respetable, como Interphone, que de hacer uso de auto-reporte de los teléfonos celulares que se remonta 10 años o más atrás.

Las variaciones de potencia de transmisión, la potencia emitida por el teléfono celular puede variar significativamente de llamada a llamada, dependiendo de la distancia de la estación base en el momento de la llamada, donde el ambiente es el uso del teléfono (en un coche, por ejemplo) entre otros factores. Por ejemplo, Lönn et al (2004) mide la potencia de salida de un teléfono móvil en las zonas con diferentes grados de urbanización. En las zonas rurales, donde las torres son más grandes y más distantes el uno del otro, el nivel de potencia de salida que utilizan los teléfonos móviles es, en promedio considerablemente más altos que en las zonas más densamente pobladas. Lo mismo se aplica para los estudios de exposición a la radiación de las estaciones base, en varias encuestas que miden la variación del campo electromagnético se ha demostrado que en el mismo edificio que una casa o apartamento, la gente está expuesta a una amplia fluctuación de los niveles de densidad de potencia el campo mientras se mueven

por sus habitaciones, o incluso en la misma habitación. La consecuencia es que uno no puede asumir de ninguna manera que sólo porque la gente vive la misma distancia de una estación base estará sujeta a la RAE mismo promedio.

Insuficiencia de las medidas indirectas o suplente: metodológica Varias investigaciones han cuestionado la idoneidad de los "proxy" o medidas de sustitución de la exposición, tales como el tiempo de uso del dispositivo móvil, el número medio de llamadas, e incluso de duración de llamadas. Morrissey (2007), por ejemplo, encontró que se correlacionan bastante mal con la exposición real a RF, ya que existe una gran variabilidad en una sola llamada, por favor llame, entre las personas, distintas edades, lugares geográficos, etc. Sin hablar de las variaciones de poder entre los diferentes modelos de teléfonos móviles .. Hemos hablado también de que las estimaciones subjetivas de tiempo acumulado de hablar por teléfono son muy imprecisas, con errores de hasta un 60%. Para los estudios de exposición de la comunidad, para determinar las densidades de potencia real de los campos de RF también es esencial, porque, como se mencionó anteriormente, el uso de medidas indirectas de la exposición como la distancia, los campos calculados por simulación, y otros son tan imprecisas y variables que no tienen utilidad como medidas de sustitución o indirecta. (Por ejemplo, Neitzke et al, 2007).

Otras formas de comunicación móvil: teléfono celular es un término genérico que no de forma automática en una exposición uniforme a la RF de emplearlo en contacto con un lado de la cabeza varias veces al día, como lo demuestra con normalidad. No sólo es imposible medir de manera objetiva y precisa, tanto a través de los registros de llamadas proporcionadas por los operadores, el auto-reportados por los usuarios como la gente muchas veces llamadas efectuadas o recibidas por los altavoces o auriculares (disminuyendo así la exposición de la cabeza y el cerebro a la RF), pero también lo es el uso de los recursos que son cada vez más comunes, tales como SMS y correo electrónico, correo de voz, navegación por Internet, música, etc) generando así nuevas fuentes de inexactitud de las medidas indirectas de la exposición. Peor aún, hay muchas diferencias en estas nuevas formas de utilización entre los grupos de edad, género, socio-económicas y educativas, los costos operativos, etc. Con todo esto, es muy laborioso y difícil el emparejamiento de los grupos de casos y controles, y la asignación al azar no siempre representan una garantía para la calidad del estudio epidemiológico.

Múltiples fuentes de exposición: Otra gran tendencia que se está produciendo progresivamente impacto en los patrones de uso de las comunicaciones móviles, y es difícil de controlar, especialmente en los estudios epidemiológicos de cohortes retrospectivo basado en registros de base poblacional, es que muchos ahora los usuarios tienen más de un teléfono celular a su nombre o en nombre de las empresas, por lo que es imposible controlar el grado de uso y exposición a la RF en estos casos. En muchos países, los teléfonos móviles de prepago, que suelen tener ningún usuario identificado, lo que representa más del 80% de todas las líneas, y una gran parte de la población de usuarios de muy variable opera con una mezcla de post-teléfonos pagados y pre-pago a los proveedores iguales o diferentes, o incluso con varias tarjetas SIM para teléfonos móviles que se intercambian libremente y sin previo aviso. Procedimientos para vincular los registros (enlace de registros) no funciona en todos estos casos, teniendo una subestimación sistemática de la exposición a RF de muchos usuarios.

Temporal de los cambios en los niveles de exposición a largo plazo: Un factor adicional que lleva a errores en la estimación de la exposición de los usuarios a la energía de RF a menudo ha sido ignorado por los epidemiólogos: el rápido desarrollo de las tecnologías de

telecomunicaciones móviles. Una persona que utiliza un teléfono celular durante 10 años o más, fue probablemente el dueño de varios modelos de teléfonos con los parámetros de emisión de RF muy diferente durante este tiempo, tanto en términos de búsqueda y salvamento, cuando la señal de modulación. Los datos recientes muestran que dos tercios de los usuarios de América reemplazar sus teléfonos después de un promedio de menos de dos años de uso, y que el ritmo se ha acelerado últimamente, siendo mayor para las generaciones más jóvenes (International Communication Research, 2010). Por ejemplo, en Brasil, el 70% de los usuarios en una encuesta nacional, dijo que quería comprar un teléfono nuevo en 2010. En 2008 este porcentaje fue del 32%. (Gilsogamo, 2010).

La primera generación (analógica) teléfonos estaban en uso hasta finales de los noventa y los usuarios expuestos a campos de RF, que tenían entre 50 y 20 veces más intensa que en los dispositivos digitales de hoy en día, y emplean antenas monopolo externa. Mientras que la tecnología evolucionó de manera constante en esta área de la tecnología, la tendencia es hacia niveles aún más bajos de exposición. En algunos lugares los teléfonos analógicos todavía se utilizan, y de este modo se activa automáticamente cuando el dispositivo entra en modo invitado (roaming) en lugares donde no hay cobertura digital todavía, pero un cambio completo y global en gran medida, para GSM, CDMA, TDMA y otras tecnologías para la transmisión digital se produjo en menos de diez años. En los Estados Unidos, la tecnología analógica AMPS, se introdujo comercialmente en 1983, CDMA y iDEN, las primeras tecnologías digitales en 1994 y 1996, respectivamente, el segundo teléfono generación (2G) en 1997. El teléfono móvil digital GSM, lanzado en 1992 en varios países europeos en tan sólo dos años tenía un alcance global, que llegó a América en 1997. La tercera y cuarta generación de tecnologías móviles en todo el mundo se pusieron en marcha en 2003 y 2009, respectivamente. Tenga en cuenta también que la intensidad de los campos de salida de RF de estaciones base de sus antenas se están convirtiendo en menos intenso y menos espacio. Micro-nano y femtocells, con radiación muy bajas, se están convirtiendo en la norma en las redes celulares, cambiando totalmente las pautas de la exposición.

A todas estas complicaciones inherentes a la medida del grado de exposición de la telefonía móvil, también observamos que los usuarios han aumentado considerablemente el tiempo total de uso del teléfono en los últimos 20 años. Por ejemplo, en 1998, el consumidor medio utilizó su teléfono 122 minutos al mes. Dos años más tarde, casi se había triplicado, a 320 minutos por mes y ahora es probablemente mayor de 600 minutos al mes para algunos grandes usuarios, la nueva categoría de "adictos a la telefonía celular".

Concluye. "Tan alta que la imprecisión en la medición del valor real de la variable independiente, con un margen de error tan grande que aprovechar al máximo los estudios difíciles de interpretar y llegar a la verdad, además, el marco de evaluación de la exposición es muy complejo y lo será aún más en el futuro. A medida que la tasa de las diferencias de adopción y culturales son amplias, que reúne a los resultados de varios países, utilizando sólo la autoestima de tiempo y frecuencia de uso, o los registros de la empresa, como en los estudios de Interphone, no puede proporcionar una estimación adecuada de la utilización de teléfono.

Incomparable grupos de control: Llevar a cabo una estudios epidemiológicos que comparan los resultados de salud entre los usuarios y no usuarios de teléfonos móviles es probable que sea una tarea imposible en el futuro, ya que ya está experimentando una

creciente dificultad para encontrar personas que no son la tecnología de comunicación, como USUARIOS en todas partes, especialmente entre los jóvenes. Sabbatini (2010), en un reciente estudio de usuarios de teléfonos móviles en tres ciudades de diferentes tamaños en Brasil, encontró que la tasa de penetración de estos es menor entre los más pobres, aquellos con menos educación, y los muy ancianos, los mientras que ahora supera más del 100% de los jóvenes de 18 a 30 años. En este caso, se está haciendo extremadamente difícil, si no imposible evitar sesgos de selección puede introducir grandes errores, ya que los grupos de control son diferentes en muchos puntos de los grupos de los casos, independientemente de los esfuerzos por pares de acuerdo a variables importantes .

un pequeño número de casos, sino dos grandes estudios de cohortes, estudios más epidemiológicos se han realizado con dibujos observacional de casos y /, con un número menor de casos (personas con la enfermedad). Aunque los métodos pueden entonces ser lo suficientemente sensible para detectar asociaciones significativas, incluso con un número relativamente pequeño de individuos, hay varios sesgos potenciales y anomalías estadísticas, cuando los investigadores no son capaces de recoger los datos suficientes de los casos tales como cuando se investiga la incidencia de cáncer muy raras (algunos estudios se basaron en los primeros tres casos solamente, que es positivamente una aberración, al considerar la volatilidad extrema de los métodos de inferencia estadística con números tan bajos. Las tasas de cerca de un riesgo relativo puede ser importante para puros azar, o más probablemente, los efectos de mayor magnitud que puede pasar inadvertida. simulaciones de Monte Carlo han demostrado que las pruebas no paramétricas de asociación salir de las tablas con números muy sesgada y muy pequeñas en una de sus células son muy sensibles a pequeñas variaciones en número de pacientes que tenían la enfermedad.

un pequeño número de muestras espaciales: los pocos estudios de exposición de la comunidad a las estaciones base de antenas utilizadas a la misma distancia de las residencias de las personas expuestas, o un área de tamaño fijo, limitado en todo el ERB (el espacio de la muestra así llamada) para delimitar una región que se recogerán los datos de los sujetos que se asignarán casos y controles. Esta es una suposición muy arriesgada e injustificado que el número de muestras espaciales es pequeño, ya que otros factores de riesgo pueden estar operando en la región, tales como el patrimonio genético común (la existencia de la familia o grupos étnicos diferentes en las áreas de caso y control), la presencia de fuentes de radiación ionizante, como el radón, la contaminación química del suelo, etc y no puede ser orientados de manera tal que el estudio está bien hecho y no muestra los factores de confusión. Algunos estudios de exposición de la comunidad que se publicaron no fueron incluidos en este análisis de la literatura, debido a que investigaron los conglomerados de casos de cáncer en un solo espacio muestral, mientras que los controles se recogieron de manera dispersa en un área mucho más grande . En uno de los artículos publicados recientemente por un investigador austríaco anunció con bombos y platillos el descubrimiento de una asociación entre la incidencia de varios tipos de cáncer y la proximidad prolongada de las personas afectadas a una estación base en un pequeño pueblo, por desgracia para el investigador, se anunció que antena en cuestión fue desconectado hace varios años, lo que llevó a una petición de retractación de un artículo publicado! Este caso es un ejemplo de los peligros del descuido investigaciones epidemiológicas.

investigación selectiva en respuesta a la aparición de grupos de cáncer. Aglomerados (clusters) de cáncer se sabe que ocurren con frecuencia como resultado de fenómenos

aleatorios espacial temporal. Por lo tanto, reaccionar con la aplicación apresurada de la retrospectiva forzado por la reacción de la comunidad a estas agrupaciones, que es una respuesta muy común de las autoridades, es una práctica de investigación mal, es muy difícil llegar a una relación epidemiológica de causalidad-en estos casos. Por no hablar de que a menudo no tienen una causa subyacente real.

un pequeño número de resultados de salud: La mayoría de los estudios publicados se centran en un pequeño número de resultados de salud, tales como tumores de la cabeza, el cuello y el sistema nervioso central. La selección de estos resultados puede dejar de lado otros resultados o parámetros que pueden ser importantes. De hecho, los tumores más raros, puede haber sido dejado fuera de los estudios epidemiológicos, aunque su incidencia puede ser mayor correlación con la distribución de densidad de potencia en el cerebro. De acuerdo con el resumen de octubre de 2008 por el Proyecto IARC Interphone ", como la exposición a RF de los teléfonos se encuentra, donde el riesgo es probablemente mayor que para los tumores en las regiones con la absorción de la energía. La distribución espacial de la energía RF en el cerebro fue medida sobre la base de los resultados de las mediciones realizadas en más de 100 teléfonos usados en los diferentes países. La mayoría (97-99%, dependiendo de la frecuencia) parece ser absorbida en el hemisferio cerebral en el lado donde el teléfono se utiliza principalmente el lóbulo temporal. La RAE relativa media es mayor en el lóbulo temporal y el cerebelo y disminuye rápidamente al aumentar la profundidad, especialmente en frecuencias más altas. El análisis de riesgos en la localización del tumor, por lo tanto esencial para la interpretación de los resultados Los estudios de los tumores cerebrales en relación con el uso de teléfonos móviles (Cardis et al, 2008). Por lo tanto, más estudios deben llevarse a cabo para caracterizar mejor la ubicación tridimensional de los tumores cerebrales en relación con la exposición a RF.

Pruebas de hipótesis múltiples: una cosa se hace comúnmente en los estudios epidemiológicos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos, es decir, un gran número de resultados asociados con varias combinaciones de variables de corte son generalmente sometidos a ensayo simultáneamente. Desde el punto de vista de las estadísticas, esto tiene el efecto de aumentar la probabilidad de obtener las asociaciones de falsos positivos, y deben ser evitados. Otro sesgo se crea cuando los investigadores se centran en las asociaciones más significativas, lo que crea distorsiones adicionales. Especialmente en los estudios de pequeño tamaño, las asociaciones fuertes pueden ser falsos y no apoyada por estudios posteriores (Pocock et al, 2004)>

Efectos diferenciales de las variables de confusión: Este factor puede ser, en cierta medida una consecuencia de otros, tales como el tamaño de la muestra, debido a la amplia variedad de posibles variables de confusión hace que la estratificación, se pongan en venta o selección, los recursos estadísticos clásicos para reducir variabilidad, una tarea imposible. Peor aún es el hecho de que los investigadores a menudo no pueden determinar si los grupos de casos y controles se diferencian entre sí en términos de la influencia de variables de confusión. Un ejemplo de cómo estas variables pueden distorsionar y ocultar los resultados fue la validación del estudio Interphone en Alemania (Schlehofer et al, 2007), que encontró que la exposición a sonidos fuertes, fiebre del heno y el tabaco son factores de riesgo de manera significativa a los neuromas del nervio acústico, pero no la exposición a las radiaciones ionizantes y no ionizantes (excepto para las personas que fueron irradiados con fines médicos en la cabeza y el cuello, con un OR de 6.05 al (Blettner y otros, 2007) . Un estudio de casos y controles por Edwards (2006) también confirmó que un mayor riesgo (OR: 2.12) de neuroma acústico se presenta en

personas que escuchan música a alto volumen durante 13 años o más. Este resultado es tal vez la explicación de algunos el riesgo más alto de los resultados de neuroma acústico ipsilateral en varios estudios epidemiológicos, incluyendo el proyecto Interphone, y el grupo de Hardell, ya que los daños causados por el sonido del teléfono celular en la oreja en los grandes consumidores no se puede separar de la irradiación RNI emitida por la antena del teléfono.

Latencia sesgo: Más allá del retraso de latencia entre el inicio de la exposición a un factor etiológico y la manifestación de la enfermedad, que es inherente a la mayoría de las enfermedades, incluyendo cáncer, otras dificultades metodológicas en los estudios epidemiológicos se crea por la latencia entre el primer manifestación y la primera detección de la enfermedad. Este "silencio" período puede ser muy grande en los cánceres causados por exposición a agentes ambientales nocivos (por ejemplo, Gofman, 1990). En algunos tipos de cáncer que la latencia puede ser en realidad más grande que la vida útil restante de las personas que forman parte del estudio, en función de su edad al inicio del estudio. Debido a las dificultades en la determinación de la duración efectiva de la latencia, el período se utiliza típicamente consiste en la suma de los dos citados, es decir, el tiempo transcurrido desde el inicio de la exposición hasta el diagnóstico. El problema es que esta suma se crea un nuevo sesgo en los estudios de observación sobre el desarrollo de enfermedades, llamado el sesgo de latencia (Gail y Benitez, 2001), que puede introducir grandes errores sistemáticos y las diferencias afectan los resultados de varias maneras. Por ejemplo, en estudios de cohortes, el período de observación es a menudo arbitrariamente y puede terminar antes de que se diagnostican nuevos casos de cáncer en el grupo expuesto, lo que disminuye la magnitud del efecto medido (riesgo relativo), en particular para los más pequeños subgrupos de o ninguna exposición, ya que estos grupos la incidencia de los tumores puede ser menor si existe una relación causal. Por otra parte, los tumores en el grupo expuesto puede haber comenzado a crecer antes de que se han empezado a estudiar que la exposición del medio ambiente, sin tener una relación causal con ella. Esto tiene la característica de aumentar la magnitud del riesgo relativo, especialmente durante períodos muy largos de latencia. Los estudios de casos y controles son menos sensibles a la latencia de sesgo debido a la aleatorización y la congruencia de los casos con los controles, pero los efectos causados por diferencias en la latencia pueden estar presentes. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando los datos de los casos o controles que fueron sometidos a una exposición a corto plazo a campos electromagnéticos se analizan junto con los datos de casos y controles que habían exposiciones por períodos más largos de tiempo.

Un modelo en diversas etapas de la causalidad del cáncer, según lo propuesto por Armitage y Doll (1961), se debe utilizar en el diseño de estudios epidemiológicos de cáncer en relación a los agentes ambientales. Los investigadores deben presentar retrasos entre el inicio de la exposición y la realización de las observaciones, con base en el promedio de latencia, conocido o calculado, para el tipo particular de cáncer en el estudio (Gail y Benitez, 2001), un valor que, por desgracia, a menudo desconocido o no se ha observado.

Los estudios epidemiológicos sobre largos períodos de tiempo son difíciles de realizar y la mayoría de usuarios de teléfonos celulares en el mundo tienen menos de 5 años de uso, por lo que esta dificultad no es fácil de resolver. Por otra parte, los tiempos de retraso sobre los efectos potenciales de la exposición a RF de baja intensidad en la salud se desconocen, pero provavelmte son bastante largos, por lo que han sido descuidados por los estudios realizados hasta ahora.

El sesgo de selección es común en estudios retrospectivos de casos y controles y pueden actuar cuando implican adiciones o supresiones de los participantes de acuerdo a las diferentes tendencias consciente o inconsciente (por ejemplo, pacientes, seleccione con apariencia más saludable con el grupo control). Este tipo de sesgo se elimina fácilmente con asignación al azar, pero otras formas de selección puede ser más difícil, ya que para evitar el sesgo de selección. Un ejemplo muy común se produce cuando el diseño del estudio proporciona datos para dejar a las personas que se negaron a participar en el estudio o que habían abandonado a asistir antes de que terminara, porque es posible que lo han hecho por alguna razón se introducirá un error en el muestreo sistemático. El potencial para este tipo de sesgo de selección se evaluó en un estudio preliminar del proyecto Interphone metodológico (Vrijheid et al, 2009b) utilizando la información de los cuestionarios especiales que se completa con un subgrupo de sujetos que no participaron por alguna razón el estudio. El uso regular de teléfonos móviles fue reportado como menos frecuentes en el grupo control (56%) y los casos (50%) entre los no-participantes de los que participaron (controles, el 69% y los casos, el 66%). Los resultados, que sugieren que la negación de la participación está relacionada con el uso menos frecuente de los teléfonos móviles podría conducir a una disminución de la odds ratio (OR) en torno al 10%. Además, una menor tasa de respuestas a los cuestionarios introduce un sesgo, en particular entre los controles, si la causa de la participación es de alguna manera relacionado con el uso de teléfonos móviles (Cardis et al., 2007). Esto podría ser una explicación parcial por el hecho de que muchos de los odds ratios (OR), calculado en los estudios de Interphone fueron menores de 1 (CCRSERI, 2009). Otros ejemplos de sesgo de selección están dejando fuera a los usuarios corporativos de teléfonos móviles (debido a la dificultad de identificar lo que realmente fue la persona que lo utiliza), excluyen a las personas con otras enfermedades, o que han muerto (para evitar retroactiva cuestionamiento de los familiares o amigos, llamado "cuestionarios por proxy (proxy, en Inglés), suele ser más impreciso, etc.

El sesgo de memoria: el caso de estudios retrospectivos sobre la base de cuestionarios, esto puede ser una fuente importante de sesgo y bastante común debido al hecho de que la intensidad del uso de auto-reporte de los teléfonos celulares es una medida muy poco fiable, especialmente en los estudios a largo plazo. Timotijevic et al. (2008) examinó los factores que influyen en la auto-informe de estas condiciones, tales como la inducción de ciertas respuestas inconscientes, y otras referencias temporales. Un estudio de correlación de Parslow et al (2003) indicó que los indicadores de auto-reporte de la intensidad de uso de teléfonos móviles en el pasado tiende a ser estimaciones más comunes para estos números para más información por lo menos el (70% más en el número de llamadas realizadas y 180% con respecto a la duración de las llamadas). La mayoría de los estudios de validación de la auto-informes de sobrestimar la duración por un factor de 1.4 y subestima el número de llamadas por un factor de 0,81 (Vrijheid et al. 2008, 2009). Esta magnitud del error sería intolerable en cualquier estudio científico, pero el uso de asignación al azar y los cálculos del riesgo relativo tiene el efecto de este sesgo es menos importante, a menos que se produce de forma diferencial en grupos de casos y controles, o en los dos brazos de un estudio longitudinal.

El grupo de estudio Interphone hecho un gran esfuerzo para investigar, en primer lugar, la forma prevalente y grave es el sesgo de recuerdo (Vrijheid et al, 2006a, Samkange-Zeeb et al, 2004). Como era de esperar, llegaron a la conclusión de que solamente por 6 meses ", recordó a los voluntarios su uso reciente de un teléfono con errores sistemáticos y errores aleatorios bastante moderado. Se puede esperar que este error aleatorio grande

reduce el poder estadístico del estudio Interphone con el fin de detectar un mayor riesgo de tumores cerebrales, del nervio neuroma acústico y tumores glándula parótida, con aumento del uso de teléfono móvil, si es que existen " También informaron de que, si bien el número de llamadas se correlaciona bien con el patrón oro proporcionado por el número de registros de llamadas de las telecomunicaciones durante un período de tres meses, esto no ocurre con la duración informada de las llamadas.

Estos resultados se extendieron en una publicación del mismo grupo en 2009, donde se constató que "los casos, pero no para los controles, los índices de correlación (entre la auto-reportados y medidos) aumentó con el tiempo transcurrido entre la exposición y entrevista (...). Las correlaciones fueron más altas en proporción al nivel de uso de los teléfonos móviles. Los errores de recuerdo fueron grandes (...) Hay una sobreestimación aparente del número y duración de las llamadas de los miembros del grupo de los casos por períodos tiempo remoto. Por lo tanto, podría causar un sesgo positivo de la estimación del riesgo de enfermedad asociada con el uso de teléfonos inalámbricos. "

En otro estudio de validación (Berg et al, 2005), el poder de la energía que emiten los teléfonos móviles se correlacionó con el auto-informe de los usuarios y la intensidad de uso (número y duración de las llamadas realizadas). La correlación fue significativa, pero baja para las llamadas de móvil hasta tres meses (0,5 y 0,48 para el número y duración de las llamadas, respectivamente). La exactitud del recuerdo por largos periodos de tiempo no se investigaron, pero sin duda sería mucho menos correlacionados. El impacto del sesgo de selección y sesgo de memoria en los estudios epidemiológicos de RF y la salud también fueron estudiados cuantitativamente por medio de simulaciones Vrijheid et al (2006b), que llegó a las mismas conclusiones de los estudios experimentales. Como las estimaciones de riesgo relativo que se ha obtenido en la mayoría de los estudios epidemiológicos de los efectos de RF en la salud son relativamente modesta (es decir, por debajo de 2), se presume que el sesgo de memoria podrían estar afectando a la importancia de los resultados .

el sesgo de recuerdo diferencial: las personas que tienen un tumor o enfermedad, por ejemplo, y que creen o quieren hacer creer que los propios investigadores o por los medios de comunicación que fueron causadas por RF, tienden a recordar Cóias con un fuerte sesgo a favor de la causalidad. Este tipo de diferencial de sesgo puede ser particularmente fuerte para el lado de la cabeza preferido para usar el teléfono (efecto de lateralidad), ya que las personas que se enfermaron tienen una tendencia a indicar el lado donde el tumor se produjo en el lado que utiliza el dispositivo a más. Este sesgo, por ejemplo, fue identificado por los autores de la final del estudio de algunos tumores cerebrales Interphone Project (El Interphone Research Group, 2010) como uno de los errores sistemáticos que podrían explicar una OR más elevada para los tumores ipsilaterales.

información sesgada: dos problemas se pueden producir en estudios retrospectivos de casos vistos por muchos años, especialmente con enfermedades muy letales, como algunos tipos de cáncer. En primer lugar, una cantidad considerable de datos de exposición de la persona fallecida se basa en información de segunda mano de los familiares y cuidadores que habían tenido contacto íntimo y prolongado con ellos. Esto se llama un informe por poder ("la presentación de informes por delegación" en Inglés). Ciertamente, esto reduce la precisión de los datos y debe evitarse, a pesar de que es imposible en algunos casos. Es un dilema, porque para mantener la entrevista por delegación presenta otros sesgos, ya que son más comunes en los casos que en los

controles, debido a la muerte o invalidez por la propia enfermedad), mientras que su eliminación podría introducir otro tipo de sesgo (mejor calidad de los datos en los controles, la exclusión de los pacientes que no están actualmente disponibles retrospectiva recogida de datos). En segundo lugar (y más grave porque es difícil de detectar y corregir), el cerebro, la memoria y la cognición puede ser afectada por la enfermedad en sí, especialmente si el cerebro, e introducir inexactitudes o falsedades en los pacientes afectados (Ahlbom et al. 2004).

La recopilación de datos no-ciegos y un sesgo de información: En un estudio realizado en Alemania, los residentes de un barrio fueron reportados por los investigadores que estaban siendo reclutados para la evaluación de problemas de salud causados por una antena situada cerca de sus hogares, un hecho que muchos han hecho caso omiso hasta ahora! errores metodológicos Primaria y cómo son en realidad muy común, así como ciego o doble ciego no son siempre totalmente imposible. Según Valberg et al (2007), la mayoría de estos estudios epidemiológicos serían desechados como inaceptable, si tuvieran que seguir las normas de calidad de los ensayos clínicos de medicamentos.

Conclusiones cuando los problemas metodológicos

En conclusión, hay muchas dificultades metodológicas que parecen afectar a los estudios epidemiológicos en este ámbito, en particular aquellos con un dibujo de un caso / control. Los problemas más comunes que se deben considerar son:

- Estimación de la exposición inadecuada
- Diferencial de acción de sesgo de recuerdo
- El sesgo de selección

Los puntos más importantes y problemáticos en la planificación del protocolo de un estudio caso-control son: la consecución de los casos, la selección de los controles y medición de la calidad de la exposición a agentes ambientales (Wacholder, 1995).

¿Qué se puede hacer para mejorar la calidad y la resolución de los estudios epidemiológicos sobre los efectos de los CEM sobre la salud?

En primer lugar, mejorar los métodos necesarios para el informe. grupos de investigaciones epidemiológicas relacionadas con este aspecto, que han dedicado su tiempo a desarrollar las mejores guías de práctica (por ejemplo, Stroup et al, 2000;.. Blettner et al, 2001 Pocock et al, 2004.). La transparencia y el enfoque sistemático son los objetivos actuales de muchas revisiones de la literatura al respecto.

Según Auvinen et al (2006). "La mayor oportunidad para mejorar la calidad de las pruebas es a través de estudios prospectivos. La principal limitación de los estudios epidemiológicos que abordar los efectos del uso de teléfonos móviles en la salud se relaciona con la evaluación de la exposición. Estas limitaciones son inherentes a los estudios de casos y controles . La calidad de la evidencia puede ser mejorado mediante la realización de estudios prospectivos de cohorte. "

CCRSERI (Comité Científico sobre Riesgos Emergentes y Recientemente Identificados los riesgos sanitarios), un órgano consultivo creado por la Comunidad Europea determinó la mejor manera de llenar los vacíos en la investigación con los estudios epidemiológicos de la siguiente manera:

"Un estudio de cohorte prospectivo es el paso lógico siguiente en la jerarquía de las pruebas, siguiendo el caso inconcluso de control previo. Un estudio basado en los estudios de cohorte supera las limitaciones del caso / control, tales como el sesgo de memoria y la selección, así como la incertidumbre debido a la exposición retrospectiva de auto-reporte. Dicho estudio se ampliaría significativamente el rango estrecho de los resultados examinados en estudios anteriores, que se limitaba principalmente a los tumores intracraneales. Los resultados adicionales, tales como las enfermedades neurológicas y cerebrales y otros tipos de cáncer, podrían ser incluidos. Los estudios prospectivos pueden tener en cuenta no sólo los efectos de la exposición actual, sino también la exposición se produce antes del inicio de la acción, así como la exposición a las nuevas tecnologías, desarrolladas durante el estudio (CCRSERI, julio de 2009)

En este sentido, una serie de estudios prospectivos de cohortes de larga duración (20 a 30 años) a partir de 2010, como COSMOS (Estudio Internacional de cohorte de uso del teléfono móvil y la salud, consulte Schüz, 2006), llevada a cabo por el Departamento de Epidemiología y Salud Pública del Imperial College de Londres, Reino Unido y otros países (Suecia, Dinamarca, etc.) Los costos de este tipo de estudios son grandes, y su financiación a largo plazo no suele ser totalmente garantizada, pero son sin duda necesarias para constituir una garantía definitiva a la ciencia y la seguridad a largo plazo del público de los teléfonos celulares.

En relación con los niños, CCRSERI (2009) también propone en su informe cuáles son las lagunas en la investigación en curso sobre los campos electromagnéticos y la salud:

"Mientras más pronto los niños están expuestos a campos de RF de equipos de telecomunicaciones móviles y por lo tanto tienen una exposición de por vida ya que los adultos de hoy. También pueden ser más susceptibles que los adultos a estos campos, debido a las diferencias anatómicas y morfológicas, y la forma en que están expuestos durante el desarrollo. Las investigaciones realizadas y los estudios en curso son principalmente de casos y controles sobre los tumores cerebrales en la infancia. Apenas las búsquedas se llevaron a cabo sobre los efectos de la exposición a campos electromagnéticos en el desarrollo del sistema nervioso central, y sobre la función cognitiva y el comportamiento de los niños. Más datos también son necesarios en los niños más jóvenes que los que se han estudiado hasta ahora. Los experimentos con animales en el desarrollo temprano del cerebro y del comportamiento puede responder a algunas de las cuestiones relacionadas con los efectos sobre los niños.

La eliminación de errores en la evaluación de la exposición sólo se logrará mediante el uso de dosímetros personales, que son capaces de registrar continuamente la intensidad del espectro de frecuencias electromagnéticas de radio y las microondas, que son libres de mantenimiento y permitir registros fiables. Esta es la innovación tecnológica más importante con el poder de cambiar el escenario actual, pero su implementación con un gran número de participantes es muy caro (considerar la comparación, por ejemplo, con Radiodosimetric, que utiliza placas de películas fotográficas para determinar la exposición a las radiaciones ionizantes para millones de profesionales cada año en todo el mundo, y es muy barato, es fácilmente cuantificable y razonablemente confiable). En una reunión celebrada en enero de 2008, titulada "Dosimetría Cumple Epidemiología", declaró que "el seguimiento es una condición sine qua non para evaluar el estado de la salud pública y uno paralelo que se elaborará en la investigación de la RF, donde cuestión debe centrarse no sólo en los mecanismos, sino también en la salud pública. Por otra parte, el

conocimiento sobre el grado de exposición pública se requiere si no hay evidencia consistente de los efectos adversos de la no-térmica ELF y exposiciones a RF están establecidos ".

Los primeros estudios están comenzando a aparecer a lo largo de estas líneas. En Alemania, un estudio preliminar se llevó a cabo con los usuarios llevar un dosímetro personal durante 24 horas con mediciones cada segundo, Kühnlein et al. (2008) determinó que la exposición total a los campos de RF de todos los individuos evaluados fue significativamente por debajo del nivel de referencia del ICNIRP.

Otra de las mejoras técnicas que permitan una mejor evaluación del grado de exposición en forma continua para los estudios epidemiológicos sobre los usuarios de teléfonos móviles, son un equipo telefónico especial que fueron modificadas por el software (PSM: Software Teléfonos Modificada) para efectuar el registro de la potencia de salida cada llamada realizada. Aunque no es una verdadera medida de la RAE, la relación con él puede ser lo suficientemente bueno. La investigación se realizó con SMP con más de 60.000 llamadas por Vrijheid et al (2009a). Llegaron a la conclusión de que la potencia media utilizada fue de 50% del máximo posible, que variaban en un factor de 2 a 3 entre los centros de estudio y los operadores móviles, y que en algunos. 40% de las veces las conversaciones se llevaron a cabo a la máxima potencia. Por otra parte, se determinó que este aumento en gran medida cuando las llamadas se realizaron en las zonas rurales, debido a una mayor distancia de la estación base, los autores concluyeron que hay poco valor en la recopilación de información sobre las circunstancias de uso de los teléfonos.

Un buen ejemplo de qué tipo de contribuciones decisivas y llevó a cabo un estudio epidemiológico pueden aportar a la medicina es la investigación, estudio longitudinal prospectivo de la exposición al tabaco y los resultados de salud en 34 439 médicos del Servicio Nacional de Salud en el Reino Unido más de cinco décadas (Muñeca et al, 2004). El grado de exposición se registró con una precisión razonable, sin un sesgo de memoria principal, había una relación de confianza entre la exposición, medido en número de cigarrillos diarios y la concentración en sangre de sustancias químicas tales como la evaluación del riesgo de la nicotina, y el registro de los resultados salud con latencias muy largo estaban cerca al ideal (98,9% de las causas de muerte fueron identificados), un gran número de participantes continuaron la adhesión al estudio (94%), y varios ejemplos de otras características del género. Por lo tanto, una relación de causa-efecto puede ser claramente establecida en un campo lleno de incertidumbre, hasta entonces, que cambió para siempre la actitud de la ciencia médica y el público en relación con el tabaco (al mostrar, por ejemplo, que los fumadores tenían un riesgo 300% mayor de morir antes en relación con los no fumadores).

Si nos referimos a la famosa nueve puntos de Bradford Hill (1969) que fueron propuestos como los criterios que deben cumplirse cuando se trata de asignar una relación de causa-efecto a partir de estudios epidemiológicos, podemos fácilmente que el cuerpo de la evidencia hasta el momento no verificar el pleno cumplimiento, en lo que respecta a la exposición a campos de RF y los posibles efectos sobre la salud humana:

1. Força medidas de asociación, tales como RR, RUP y RIE ha sido en general baja, casi todos en o cerca de la unidad;
2. Consistência dentro y entre los estudios: en este campo existe una gran controversia científica, alimentada por una notable inconsistencia entre los estudios relacionados con los resultados de salud diferentes, la reproducibilidad de los resultados positivos es bajo, y

la comparación entre ellos es difícil debido a las grandes diferencias en la calidad de la metodología;

3.Especificidade Asociación: Aunque los estudios epidemiológicos han tratado de asociaciones específicas, que son objeto de controversia ya que muchos estudios han sido contradictorios, la variable independiente (la exposición a RF) se mide con un alto grado de inexactitud, y hay un gran número de variables no controladas;

4.Temporalidade: la mayoría de los estudios analizó la exposición antes de la enfermedad, pero desde el inicio de la enfermedad no es lo mismo que la primera detección de la enfermedad, especialmente en los cánceres con periodos de desarrollo a largo, la secuencia temporal de la causa y la enfermedad sigue siendo un poco nebulosa.

5.Relação dosis-respuesta, pocos estudios han examinado este parámetro, en parte debido a las dificultades metodológicas. En la mayoría de los estudios de exposición de la comunidad, tales relaciones indirectamente evaluada por la distancia de las estaciones de antena de la base, no puede ser demostrado con datos confiables que podrían explicar las pequeñas variaciones observadas. En estudios con usuarios de teléfonos celulares, el número y duración de las llamadas eran de uso general como una medida de la dosis, pero el sesgo de recuerdo influyó en la exactitud de los resultados.

6.Plausibilidade biología, la física y la química: los niveles muy bajos de los campos de radiofrecuencia que emiten las estaciones base no son compatibles con una verosimilitud tal efecto. Los teléfonos celulares, por el contrario producen exposiciones relativamente altas, por lo que se hace más plausible. Sin embargo, la mayoría de los estudios publicados no han proporcionado una sólida base de pruebas de la existencia de tales efectos, incluso cuando existen altos niveles de exposición;

7.Coerência: A diferencia de la radiación ionizante, radiofrecuencia por ser las radiaciones no ionizantes rara vez ha demostrado efectos biológicos y moleculares que explican y daños a la maquinaria celular, por lo que es poco probable que determinar los mecanismos de la enfermedad en los bajos niveles de energía. En cuanto a los efectos no térmicos, y duda incluso su existencia, y representan un fenómeno importante para la promoción de la enfermedad.

8.Não hay un apoyo consistente de los estudios en células vivas, animales y humanos estudios epidemiológicos positivos

9.Uma analogía con otros descubrimientos similares relaciones causales, como las radiaciones ionizantes, no se aseguró hasta el momento, y sería en varios órdenes de magnitud menos intensa, en su caso se demuestre que existen (entre otras razones porque el hecho de que la RF no tiene ningún efecto biológico acumulativo). Una analogía posible tal vez se pudo demostrar en relación a los campos electromagnéticos de muy baja frecuencia (ELF, emitida por líneas de alta tensión, alta potencia), que obtuvo la clasificación carcinógeno IARC como posible pero no probable. Sin embargo, los mecanismos biofísicos parecen ser muy diferentes para RF y ELF.

Capítulo II - Efectos Biológicos

Efectos indirectos: Interferencia Electromagnética en Dispositivos Médicos

La compatibilidad radio-eléctrica, es decir, la utilización de una metodología de separación del espectro radioelectromagnético y la adopción de técnicas y medidas para evitar la interferencia de un dispositivo transmisor de radio sobre otro que sea potencialmente susceptible a los efectos de interferencia, es una de las mayores preocupaciones de la industria de telecomunicaciones. Este fenómeno se denomina interferencia electromagnética (IEM).

La posibilidad de que los dispositivos médicos pueden ser afectados de maneras diferentes por las frecuencias de radio emitidas por antenas de estaciones radio-base y por dispositivos portátiles de comunicación inalámbrica en sus alrededores, ha provocado, en casi 90 años de investigaciones, el desarrollo de numerosos ensayos clínicos y de ingeniería a través de el mundo.

Aunque inicialmente esto se ha considerado un evento raro (muy pocos casos se habían observado o reportado), el impacto potencial sobre el bienestar y la vida de los pacientes que están conectados a estos dispositivos médicos recomiendan un enfoque prudente. La baja frecuencia de estos eventos IEM es atestiguado por el hecho de que figuran sólo cinco informes en el período de 1993 a 2010 en la base de datos MAUDE de la FDA (<http://www.fda.gov/cdrh/maude.html>), que recoge los efectos adversos de las interferencias electromagnéticas en aparatos médicos, ninguno de los cuales se puede atribuir a la proximidad de un dispositivo de telecomunicaciones. El efecto más común de interferencia electromagnética causada por un dispositivo de este tipo se debe a electrocauterios, que utilizan una alta potencia de salida de campos electromagnéticos. De hecho, el amplio estudio experimental sobre la interferencia causada por teléfonos móviles (Irnish et al., 1995) indica que se espera que sólo uno de cada 100 000 pacientes con marcapasos sufrirían una interferencia clínicamente relevante en sus vidas.

El interés por el RF-IEM era justificado, porque esto realmente puede ser uno de los pocos informes de efectos adversos, aunque indirectos, de los campos de RF de baja intensidad en la salud de las personas expuestas. Esto es particularmente cierto en pacientes con marcapasos o desfibriladores implantables, o con dispositivos a que están conectados para el mantenimiento de vida, tales como ventiladores mecánicos, que son vitales para su supervivencia. Desde su invención, estos dispositivos han sido conocidos por ser susceptibles a campos electromagnéticos externos, tales como los utilizados para los detectores de metal en los dispositivos de seguridad del aeropuerto y para apuntar el robo de mercancías marcadas con tarjetas metálicas en las tiendas, y varias advertencias y medidas de protección se han aplicado desde entonces (ver ICNIRP, 2000 para una revisión).

Los estudios iniciales prontamente fueron capaces de documentar que los efectos adversos de la IEM eran realmente posibles, al menos para los dispositivos móviles en las proximidades de dispositivos médicos, y no había prácticamente ninguna protección interna contra las interferencias de radio frecuencia en los dispositivos médicos de la época (es decir, la generación de 80). El crecimiento explosivo y el uso continuo de los teléfonos móviles, tanto dentro como fuera de las instituciones de salud, también fue una de las mayores motivaciones para realizar tales estudios, ya que era evidente que se podría aumentar la incidencia de los acontecimientos de IEM, hasta el momento aún relativamente raros. Debido a los niveles extremadamente bajos de las señales que emiten las estaciones radio-base, la mayoría de los estudios experimentales se han centrado en la IEM generada por los teléfonos móviles.

Hay muchos dispositivos biomédicos que podrían, en teoría, ser sensibles a la frecuencia de radio emitidas por los equipos de comunicación en sus proximidades, por ejemplo.

1. **Dispositivos implantables:** marcapasos, desfibriladores, equipos de estimulación crónica gástricos, musculares, neuronales, etc.
2. **Dispositivos portátiles** cerca del cuerpo, tales como prótesis auditivas, dispositivos para el monitoreo de señales fisiológicas como el Holter y el MAPA, TENS (estimulador de nervios transdérmico electrónico), etc.
3. **Dispositivos externos,** tales como equipos de monitoreo de señales en terapia intensiva, máquinas de anestesia, máquinas de diálisis renal, bombas de infusión, marcapasos y cardioversores externos, ventiladores mecánicos, equipos de registro de señales biológicas (ECG, EEG, etc.), equipos e terminales de imágenes médicas, ordenadores con capacidad de telecomunicación, equipos de telemetría y muchos otros.

Dos tipos de estudio de investigación se han desarrollado: *en vivo*, con los dispositivos portátiles o implantables en pacientes, e *in vitro*, con dispositivos externos no conectados a los pacientes. En ambos casos se observaron durante las dos tipos de pruebas en el laboratorio y en condiciones clínicas, muchos eventos de interferencia electromagnética, que iban de leves a los moderados, y, en ciertos casos, efectos extremadamente perjudiciales, tales como el mal funcionamiento repentino de marcapasos, cambios arbitrarios e inesperados de sus parámetros, reinicie de dispositivos, falsas alarmas en los sensores de artefactos, cambio de las lecturas de los monitores o en las redes de conexiones, etc., muchos de los cuales tenían el potencial de causar lesiones graves o incluso la muerte si un paciente real fuera vinculado con algunos de estos dispositivos.

Pero ¿cuál es la prevalencia de tales eventos?

En 1995, un organismo regulador del Reino Unido, Medicaments and Healthcare Regulation Authority (MHRA por su sigla) realizó una encuesta sobre los estudios de provocación conducidos en ocho lugares, incluyendo hospitales, con base en datos de 178 modelos diferentes de dispositivos médicos, los cuales fueron sometidos a los intentos de interferencia por una variedad de terminales de radio portátiles y teléfonos móviles.

El sorprendente resultado fue que en el 23% de las pruebas de los dispositivos médicos se había constatado algún tipo de IEM por el equipo de radio comunicación, y que, en general, el 43% de los incidentes de interferencia podría tener un impacto directo en la

atención al paciente Se evaluaron entonces como graves. Los radios de comunicación de dos vías utilizadas en los servicios de emergencia y seguridad fueron los más perjudiciales, alcanzando niveles de 41% y 35% respectivamente de los eventos de IEM, cuando se encuentran a menos de 1 metro de distancia entre so, con un 49% de los casos considerados como graves.

Por lo tanto, una real preocupación comenzó a crecer a mediados de los años 1990 y los informes comenzaron a llegar a los medios de comunicación de masas. Esto ha influido mucho en la opinión pública en relación con los teléfonos móviles, cuando en realidad estos eran mucho menos efectivos en este sentido, ya que en el estudio de la MHRA sólo el 4% de los teléfonos celulares habían causado interferencia a menos de un metro de distancia, y sólo el 0,1% de las pruebas se había considerado como graves. En ese momento, muchos de los teléfonos celulares estudiados eran aún del tipo analógico, que tenían sin embargo una potencia de salida mucho más alta (2 a 3 W) que los modelos digitales actuales, que utilizan los protocolos TDMA, CDMA y GSM (actualmente con una potencia de salida entre 0,2 y 1 W) .

Así se descubrió, no es de extrañar, que la distancia entre los dispositivos es el factor más importante para la interferencia electromagnética, pero que, debido a la ley del inverso del cuadrado de la distancia, los aparatos emisores suelen producir densidades de potencia de radiofrecuencia con una pendiente eléctrica de 42 V/m hasta 0,1 metros de distancia, cayendo por debajo de 7 V/m en un metro de distancia. Por lo tanto, la FDA de EE.UU. en 1979 estableció un estándar voluntario de no más de 7 V/m para los productos sanitarios a fin de que se hiciesen inmunes a las interferencias electromagnéticas generadas por los dispositivos inalámbricos (FDA, 1979). Sin embargo, varios estudios adicionales (por ejemplo, Clifford et al., 1994) ya habían determinado que los teléfonos celulares analógicos y los radios de dos vías de comunicación fácilmente superaban este límite en distancias de un metro, aproximadamente.

Los primeros estudios experimentales de interferencia electromagnética en los marcapasos salieron a la luz entre 1995 y 1996. El primer estudio *in vivo* de gran escala fue publicado por Barbaro et al. (1995), en el cual los autores evaluaron 42 diferentes modelos de marcapasos implantado en 101 pacientes. Los resultados fueron preocupantes, dado que entre los pacientes con marcapasos implantables, cuando los teléfonos GSM se activaban mientras en contacto muy cercano del local de implantación del marcapaso en el pecho, 26 de ellos sufrieron de eventos de interferencia electromagnética, generando así una preocupación muy grande. Las anomalías clínicamente relevantes que se detectaron han sido, principalmente la activación ventricular (20% de las anomalías), la inhibición de impulsos (10%) y la pérdida de sincronismo del marcapaso (80%), pero el mal funcionamiento de los marcapasos y los eventos fisiopatológicos eran temporarios, porque se volvían a la normalidad después de que el teléfono celular era desconectado o retirado de las inmediaciones del paciente. Afortunadamente, los autores determinaron que la distancia mínima para obtener la interferencia electromagnética por teléfonos celulares era sólo 10 cm.

Similares resultados fueron confirmados por grandes estudios prospectivos, como por Hayes et al. (1997) que estudiaron 980 pacientes implantados con seis diferentes modelos de marcapasos y en presencia de cuatro tipos de teléfonos móviles. Obtuvieron una incidencia global de 20% por prueba, con una incidencia de síntomas de 7,2% y una incidencia de interferencia clínicamente significativa de 6,6%. Estos efectos no fueron observados cuando el teléfono se coloca en su posición normal de escuchar el oído, sin

embargo. Los efectos se componían principalmente de un 14,2% de interferencia en la contracción ventricular, el 73% de pérdida de sincronismo del marcapaso, y inhibición ventricular en el 6,2%.

Estos autores fueron los primeros en clasificar a la interferencia electromagnética con consecuencias clínicas en tres distintos niveles: Nivel I clasifica las consecuencias que incluyen síntomas tales como mareos, disnea y síncope cardíaco. Nivel II incluye la interferencia de importancia clínica limitada, tales como palpitaciones del corazón. Nivel III se compone de las consecuencias de importancia clínica más improbables. Entre todas las complicaciones observadas, el 1,7% fueron de tipo I, tipo II 4,9% y 3,4% de tipo III. Así, se concluyó que la interferencia de alguna importancia clínica se produjo en sólo el 1,7% de los casos, y sólo cuando el teléfono se puso en muy íntimo contacto con el marcapaso.

En 1996, Irnish et al publicaron un gran e influyente estudio experimental *in vitro*, con 231 diferentes modelos de 20 fabricantes de marcapaso, que fueron probados con respecto a la interferencia por tres tipos de señales de radio: una señal de teléfono celular analógico a 900 MHz (C-Net) , una señal de pulsos digitales a 900 MHz (D-Net) y una señal de pulsos digitales a 1.800 MHz (E-Net). El resultado fue que el 30,7% de los modelos de marcapasos resultó sensible a la señal analógica, el 34,2% a la señal digital de 900MHz, y 0% a la señal digital de 1800 MHz, pero un hallazgo clave del estudio fue que la mayor distancia entre la fuente y el marcapaso que causa efectos de interferencia electromagnética era solamente de unos 20 cm. Esto llevó a la recomendación de que los pacientes con marcapasos implantados deberían utilizar el teléfono celular, preferentemente en el lado opuesto de la cabeza con respecto a el implante, ya que eso garantiza la distancia de seguridad mínima requerida.

Entre 1995 y 1997, siete otros experimentos muy bien planificados se han publicado. Todos ellos informaron eventos de IEM entre 18% y 37% de las pruebas, tanto en relación con el número de dispositivos en los pacientes cuanto en el número de pruebas (véase et al., 2007) para un examen comparativo de EMI en los marcapasos). Como resultado, un gran número de agencias reguladoras nacionales e internacionales han comenzado a examinar más de cerca el problema de las interferencias electromagnéticas de los sistemas de comunicación inalámbrica en los dispositivos médicos, y, reconociendo el potencial de efectos adversos, comenzó a publicar en torno a diferentes 1997 informes técnicos, directrices y recomendaciones para los profesionales y el público en general sobre el tema.

Estos primeros informes dieron un tono general de alarma en el público y en las autoridades regulatorias y tuvieron como consecuencia un gran número de recomendaciones restrictivas y preventivas, que luego resultarían ser innecesarias, hoy día, principalmente a causa de los rápidos cambios tecnológicos y a la adopción de los filtros electrónicos y otras medidas de protección por los fabricantes de equipos médicos.

Por ejemplo, la MHRA ha publicado dos boletines de dispositivos, uno en 1997 y otro en 1999. Estos fueron complementados posteriormente por un documento sobre las nuevas tecnologías de comunicación móvil, tales como Bluetooth, WiFi, etc., en el año 2004.

Otras autoridades como la Organización Internacional de Standards (ISO, 2005), el American National Standards Institute (ANSI), la Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica (AAMI) y la Food and Drug Administration (FDA) también han

publicado varios estudios y recomendaciones. A raíz de la ola inicial de alarma, el AAMI publicó un informe técnico detallado para sus miembros (AAMI, 1997). En el mismo año, ANSI publicó un informe sobre las mejores prácticas para estimar la inmunidad de los productos sanitarios a las interferencias electromagnéticas (ANSI, 1997).

Entre estas recomendaciones iniciales, las autoridades responsables de la seguridad en los centros de salud recibieron la orden de poner en práctica un esfuerzo costoso y serio de detener la amenaza, que parecía ser entonces cada vez mayor representado por las frecuencias de radio "sueltas" en sus instituciones.

Por ejemplo, el AAMI recomienda que los transmisores de RF en uso en las instituciones debían funcionar con la menor potencia posible para lograr sus propósitos de uso, que los dispositivos médicos debían respetar todas las normas para los campos electromagnéticos, y que los dispositivos médicos electrónicos utilizados en ambientes con campos electromagnéticos intensos, tales como cerca a electrocauterios, a los radios transeptores de ambulancias, etc. Debían tener especificaciones de protección a los campos electromagnéticos específicamente adaptados para estos entornos. También recomendó la aplicación de sistemas de control de llamadas de servicio, con el fin de vigilar los problemas que contienen datos sobre el lugar, fecha y hora del hecho reportado, y que los problemas de interferencia electromagnética debían ser informados a los fabricantes y a las agencias reguladoras. Por otra parte, el AAMI recomendó que *"los médicos y los ingenieros biomédicos suelen ser el punto focal para la mitigación de la IEM, y que la formación y educación en este ámbito dentro de las organizaciones de salud suelen ser realizadas en áreas tales como la compra, la instalación y el mantenimiento de todo los equipos (médicos, de comunicaciones, sistemas de construcción y tecnología de la información) utilizados en la institución."*

El comité de la AAMI hizo hincapié en que las organizaciones de atención de salud deben asumir la responsabilidad permanente para la prevención de las emisiones electromagnéticas externas causadas por campos de RF y coordinar la información educativa para el público en general, y también asumir la autoridad y responsabilidad dentro de la organización, como la selección de sitios y aprobación de proyectos de construcción e instalaciones de la planta. La AAMI expresó al mismo tiempo ser necesario un máximo esfuerzo y compromiso de las organizaciones con el fin de *"designar y gestionar las áreas en las instalaciones donde sólo se podrán utilizar los transmisores comunes portátiles de radiofrecuencia (por ejemplo, teléfonos celulares, radio de dos vías, etc.), por el personal, los visitantes y pacientes. "*

Con esta tarea casi imposible (por ejemplo, no hay formas de detectar si un visitante tiene un teléfono celular activo en el bolsillo a no ser por revista personal de todos), la recomendación en la práctica resultó en una prohibición total de los teléfonos móviles y estaciones radio-base en todo el edificio o en su entorno en la mayoría de las organizaciones de atención de salud, siendo necesario, por lo tanto, hacer aprobar una legislación específica para obligar a las mismas. La industria de aviación pasó por el mismo dilema cuando había sospecha de que los teléfonos móviles podrían interferir con equipos electrónicos de vuelo, lo que es el motivo de la prohibición vigente de su uso. Sin embargo, en el mejor de los casos, esto es sólo parcialmente respetado por pasajeros, y en realidad nunca se sabe quantos lo están obedeciendo.

Las recomendaciones de AAMI han sido muy costosa y difíciles de aplicar, como la exigencia de que *"una prueba de inmunidad ad-hoc a la radiación de RF debe ser*

considerada cuando hay una sospecha de interferencia electromagnética, cuando los transmisores de RF trabajan cerca de dispositivos médicos en unidades de cuidados intensivos, en la pre-venta de nuevos tipos de transmisores de RF que se adquirió con el fin de determinar su efecto sobre los productos sanitarios existentes en la pre-venta de nuevos dispositivos médicos electrónicos, y también cuando se encontraron cambios relacionados con la edad de los equipos en la inmunidad de RF de los dispositivos médicos. "

Se predijo que todas estas estrictas medidas causarían un gran impacto en las organizaciones de la salud, tanto organizacional y financiera, si se vieran obligados a cumplir estrictamente con las recomendaciones. El hecho de que la gran mayoría de los equipos potencialmente vulnerables a IEM existen en muchos hospitales es relativamente vieja, y diseñados sin tener en cuenta la protección contra la IEM que proviene de los teléfonos móviles y otros dispositivos de comunicación mucho más recientes, hizo que una respuesta rápida a las recomendaciones estrictas AAMI sea algo prácticamente imposible de hacer en el corto plazo.

Mientras tanto, en la medida en que nuevas pruebas de ingeniería se llevaron a cabo, la industria se movió rápidamente para incorporar filtros y otros circuitos de protección en los dispositivos de RF, la situación cambió considerablemente en los años posteriores y el sentido inicial de alarma fue aliviada por descubiertas de que los efectos adversos sólo se producen cuando los dispositivos que emiten radiofrecuencia se colocan muy cerca de los productos sanitarios (menos de 20 a 30 cm) y que más allá de distancias mayores de 100 cm de estos efectos no se pudo observar por lo menos con los dispositivos de potencia media y alta.

Los nuevos tipos de dispositivos implantables se han hecho tecnológicamente inmunes a cualquier frecuencia del espectro de radio, y los progresos técnicos en los dispositivos digitales de comunicaciones móviles ahora ofrecen una potencia de salida cada vez más pequeña, prácticamente eliminando o reduciendo considerablemente el riesgo de interferencia grave. De hecho, se ha vuelto muy común la existencia de micro- y nanoestaciones radio-base, y el uso muy extendido de los teléfonos móviles y de las redes de comunicación inalámbrica internamente en los hospitales de todo el mundo, sin registro de ningún tipo de incidentes.

Según el último informe de la CDRH / FDA, respecto a la IEM en dispositivos médicos (FDA, 2008), una postura muy diferente ha sido adoptada. Ella tiende más hacia la ingeniería social, la educación y la prevención, que hacia la prohibición y el banimento. Las principales recomendaciones para las organizaciones de salud por la CDRH son informar y educar a todo el personal involucrado, así como los pacientes y visitantes, para evaluar el entorno de RF en las instalaciones, sobre todo cuando existe una mayor concentración de equipos médicos vulnerables, como en salas de emergencia, unidades de cuidados intensivos, quirófanos, etc., para la gestión de estos entornos a fin de reducir el riesgo de interferencia con un grado razonable, incluyendo una política de selección, adquisición y sustitución de equipos antiguos, y para establecer y implementar políticas y procedimientos por escrito, sistemáticamente preparando informes de los acontecimientos adversos relacionados con la interferencia de radiofrecuencia en los dispositivos médicos implantables o no.

Muchas autoridades, como la FDA, MHRA, ICNIRP, la OMS y otros han reconocido recientemente que una prohibición total de dispositivos de comunicaciones móviles en los

hospitales, incluso en unidades de cuidados intensivos, que sería muy difícil de cumplir, y no sería razonable o incluso necesaria. Una de las razones es que cada vez más es difícil determinar con exactitud cuáles usuarios de equipos de comunicación inalámbrica (por ejemplo, las funciones de PDA con teléfonos móviles, computadoras portátiles con interfaces integradas Wi-Fi, etc) circulan en la institución. Otra razón es el uso extensivo que se hace hoy en día de los dispositivos que estén en poder de los visitantes, pacientes y profesionales que trabajan en instituciones de salud, y su resistencia a dejar de operarlos en estos ambientes.

Además, los profesionales de salud consideran que el uso de beepers y teléfonos celulares es muy importante para una rápida comunicación entre los profesionales y tiene un impacto significativo en la calidad de la atención en todas las áreas del hospital, por lo que su uso no debe ser restringido. Soto et al. (2006) realizaron una encuesta en 2003 con miembros de la Sociedad Americana de Anestesiología e informaron que el uso de teléfonos celulares por los anestesiólogos se asoció con una reducción en el riesgo global de error médico como resultado de demoras en la comunicación (riesgo relativo: 0,78; intervalo de de 95% entre 0,6234 y 0,9649). Una revisión de la literatura de Ruskin et al (2006) sobre el uso de las tecnologías inalámbricas por los anestesiólogos determinó que el riesgo muy bajo de eventos interferencias electromagnéticas en los quirófanos se compensó en gran parte por una reducción significativa de errores médicos que resulta en una comunicación más eficiente.

Así, en un informe técnico en el año 2005 por la ISO (International Standards Organization) sobre el uso de comunicaciones inalámbricas móviles en entornos de atención de la salud (ISO, 2005), se reconoció que:

"La información errónea o engañosa con respecto a los sistemas móviles inalámbricos, sus interferencias electromagnéticas y las consecuentes recomendaciones de procedimientos de gestión han conducido a una amplia gama de políticas inconsistentes en las organizaciones sanitarias, y que un enfoque más equilibrado es necesario para asegurar que todos los beneficios de la tecnología de los teléfonos móviles estén disponibles para estos profesionales. Políticas demasiado restrictivas pueden actuar como barreras a los beneficios de las tecnologías frente a la creciente demanda de comunicación personal por los pacientes, visitantes y el personal. En el otro extremo, el uso no administrado y no controlado de soluciones móviles puede poner a los pacientes en riesgo. También no es factible para las organizaciones de salud gestionar todos los teléfonos celulares y walkie-talkies que son al azar llevados al sitio en violación de los límites de moderación. "

Más realista, en 2004 la MHRA aconsejó a clasificarse el riesgo de interferencia de acuerdo con los últimos conocimientos, en tres niveles, alto, medio y bajo. Los servicios de radio privados y los radios analógicos de comunicación de emergencia de dos vías, tales como los utilizados por los porteros y personal de seguridad y mantenimiento, fueron clasificados como de mayor riesgo de interferencia con diversos dispositivos médicos, y recomienda la MHRA su uso en hospitales sólo cuando están fuera de las áreas clínicas, sólo en casos de emergencia, y nunca para la comunicación de rutina.

Un análisis experimental de radiofrecuencias utilizados por walkie-talkies hecho por

Stroud et al. (2006) determinó que estos dispositivos suelen emitir una potencia de salida más alta, normalmente de 4 W o más, y de hecho puede interferir con equipos médicos más que los teléfonos celulares, y apuntaron a las fallas que se pueden producir por los componentes de hardware de este equipo. La MHRA ha recomendado que los radios tipo walkie-talkie deben ser sustituidos por tecnologías con potencial de bajo riesgo, con potencias de emisión por debajo de 2 W, tales como teléfonos móviles. Estos, junto con tecnologías como TETRA (Terrestrial Trunked Radio System), ordenadores portátiles, PDAs y dispositivos de juego equipadas con tecnología inalámbrica de alta potencia como el GPS, 3G y HyperLan, fueron clasificados con un riesgo medio de interferencia. La MHRA ha recomendado que se utilicen solamente en áreas designadas en las organizaciones de salud y que deberían ser apagados cerca de la unidad de cuidados intensivos o equipos de soporte de vida. Finalmente teléfonos inalámbricos de tipo DECT y de redes inalámbricas de transmisión de datos de baja potencia (R-LAN y Bluetooth) fueron clasificados como de bajo riesgo de interferencias con los dispositivos médicos y no requieren medidas restrictivas en relación con su uso en una área de salud. Estas recomendaciones fueron apoyadas por varios estudios, como el que se llevó a cabo con varios tipos de ventiladores utilizados en la unidad de cuidados intensivos (Jones & Conway et al., 2005).

En la actualidad, muchos países y los gobiernos regionales han adherido a estas normas, cuando se revisaron las directrices de manera a reflejar esta visión menos restrictiva del uso de teléfonos celulares en los establecimientos de salud. Como ejemplo podemos citar la guía de acción del gobierno de New South Wales (NSW Health Department, 2005) en Australia, que recomienda que una distancia total de 2 metros se observe en cualquier momento entre los equipos móviles que emiten radiofrecuencia y equipos médicos en ciertas áreas como UTI, emergencia, etc., y una distancia mínima de 0,5 m en las salas generales y otras áreas, y que los radios de seguridad y emergencia de dos vías debe utilizarse sólo en situaciones necesarias.

Otra recomendación interesante en el informe técnico de la ISO (ISO, 2005) es "*dar equipos móviles operados por red inalámbrica al personal médico para la comunicación específica y atención a la salud de los pacientes, así como el acceso a la información sanitaria. Esto permitiría todos los beneficios de las tecnologías inalámbricas compatibles por todo lugar en de las instalaciones de la organización de salud, incluso en zonas sensibles, o en proximidad a equipos médicos de soporte vital crítico.*"

Esta recomendación probablemente ya ha quedado obsoleta debido a la aparición de los teléfonos móviles digitales que emiten a una potencia extremadamente baja, y que actualmente la mayoría de los dispositivos médicos se consideran inmunes a las interferencias electromagnéticas, y que también en larga parte se ha sustituido los beepers alfanuméricos anteriormente utilizados por el personal médico. Se está aplicando actualmente en muchos hospitales el uso de VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet), incluso dispositivos portátiles que utilizan las redes de comunicación de datos Wi-Fi o similares, y por nanocélulas de las redes celulares, lo que hace probable que este problema comience a ser olvidado por el público.

De hecho, la evolución de las tecnologías de comunicación inalámbrica, por un lado, y los productos sanitarios para la protección radiológica, por otro, ha cambiado la situación. Por ejemplo, en contraste con los estudios de HMRA y de Irnish en los años 90, Bolton y Lawrentschuck demostraron sólo una década más tarde (2004) que el riesgo de interferencias electromagnéticas se había reducido significativamente. Se realizó una

revisión sistemática de siete estudios de investigación publicados entre 1996 y 2004 sobre la IEM de los teléfonos móviles en 28 tipos diferentes de dispositivos médicos externos. Los autores encontraron que los eventos de relevancia clínica de las interferencias electromagnéticas que era potencialmente peligrosos para la salud de los pacientes se produjo en 45 de 479 dispositivos a prueba a 900 MHz (9,3%) y 14 de 457 dispositivos probados a 1.800 MHz (3%). La mayoría de las interferencias se produjo cuando se utilizaron teléfonos celulares a una distancia de un metro de los equipos médicos. En general, esta tasa se considera baja, pero los autores señalaron que todos los estudios todavía recomiendan comumente algún tipo de restricción en el uso de teléfonos móviles en los hospitales, y el uso de los teléfonos a una distancia de un metro o más de los dispositivos médicos, así como la restricción de su uso en áreas clínicas.

La tendencia tecnológica se mantuvo en la actualidad, como lo demuestra un estudio realizado por Van Lieshout et al. (2007) con un total de 61 productos sanitarios en 21 categorías y 27 fabricantes diferentes. Estudiaron la técnicas de transmisión digital más innovadoras, tales como GPRS, UMTS y señales utilizadas por los teléfonos móviles de tercera generación (3G). La distancia para conseguir un efecto de interferencia se redujo a tan sólo 3 cm (es decir, el teléfono debe estar prácticamente a tocar el dispositivo médico), con un único incidente nocivo ocurrido a 100 cm de distancia.

Experimentos posteriores con modernos marcapasos implantables investigaron los efectos de las transmisiones GSM en las proximidades de ventiladores mecánicos, invasivos y no invasivos (Kainz, 2003; Tandoğan (2005); Calcagnini 2006), que no sufrieron ningún mal funcionamiento debido a la proximidad al teléfono celular GSM y muy poco efecto con la distancia de menos de un metro de radiocomunicadores bidireccionales (Dang et al., 2007). En Suecia, Wallin et al. (2005) probaron la interferencia de las señales de GPRS, UMTS, WCDMA y IEEE 802.11b (WLAN) en 76 productos sanitarios, entre ellos 11 durante una operación quirúrgica con una duración total de 100 horas. Llegaron a la conclusión de que las señales UMTS y WLAN han causado poca o ninguna interferencia y que *"los dispositivos que utilizan estas tecnologías se pueden utilizar con seguridad en áreas de cuidados críticos de la salud y durante las operaciones, pero el contacto directo entre los dispositivos médicos y los sistemas de comunicación inalámbrica debe ser evitado. El GPRS se puede utilizar de manera segura con distancia de un metro o más."*

Sence et al. (2007) observaron que los modelos de marcapasos más antiguos parecen ser más sensibles a las interferencias electromagnéticas que los teléfonos móviles modernos, debido a la falta de filtros de paso. Filtros de paso de banda ancha son hechos de condensadores cerámicos capaces de reducir significativamente la influencia de fuentes externas de radiofrecuencia en los circuitos del marcapasos. Ellos encontraron que las señales de teléfonos celulares son captadas, moduladas y demoduladas por los circuitos internos de los marcapasos electrónicos si no hay filtros incorporados en sus circuitos. El problema es que los teléfonos celulares digitales utilizan la modulación de muy baja frecuencia (tan bajo como 2 Hz), y por lo tanto esa puede ser confundida con un ritmo cardíaco normal por el marcapaso. Por lo tanto, a las instituciones de salud se les insta a aconsejar a los pacientes que todavía usan marcapasos en práctica antes de 2000, particularmente en los países donde los teléfonos móviles analógicos todavía están en uso, están en riesgo irrazonable de sufrir interferencia electromagnética y sus efectos adversos. Los radios de comunicación bidireccional y algunos equipos de entretenimiento, seguridad y emergencia también son peligrosas, incluso para los nuevos marcapasos.

Por último, el análisis concluye con una nota sobre el estado de cambios casi continuos en ambos dispositivos médicos y dispositivos de comunicación inalámbrica. Las tecnologías que utilizan campos electromagnéticos de muy alta frecuencia, alrededor de los terahertz (THz, o un trillón de ciclos por segundo), como para la obtención de imágenes de seguridad en los aeropuertos, la energía eléctrica impulsada por conexiones inalámbricas, y otras, pueden representar riesgos significativos de interferencia electromagnética para los dispositivos médicos, tanto implantados y externos, en el futuro, y ellos no son todavía bien estudiado. Por lo tanto, Lapinsky y Gladman (2007) concluyeron que *"un mayor uso de los teléfonos móviles y cambiantes tecnologías de comunicación requieren vigilancia constante por parte de los fabricantes de dispositivos, los hospitales y los usuarios con el fin de prevenir eventos potencialmente perjudiciales por IEM."*

Las políticas restrictivas también son mejores facilitadas cuando las instituciones de salud designan y administran áreas específicas de fácil acceso, donde se estimula el uso voluntario de teléfonos celulares por el público (Morrissey, 2004), evitando así los problemas y dificultades que están siguiendo todas las tecnologías inalámbricas concebibles o no que llegarán a la escena en el futuro.

Revisión de la investigación en Latinoamérica

Esta revisión tiene en cuenta que hay circunstancias en América Latina que han causado un número desproporcionadamente alto de publicación de artículos experimentales y de revisión sobre el tema de las interferencias electromagnéticas en aparatos médicos. Examinamos algunos de ellos a continuación:

En primer lugar, los hospitales de la región tienen una mayor proporción de equipos médicos antiguos, que técnicamente se han probado más susceptibles a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias utilizadas por las modernas tecnologías inalámbricas como GSM, 3G y Wi-Fi y otras, lo que favorece teóricamente un mayor número de incidentes de interferencia electromagnética.

En segundo lugar, los teléfonos móviles analógicos todavía están en uso en muchas regiones de Latinoamérica y muchos de los teléfonos móviles digitales que utilizan la tecnología CDMA y TDMA cambian automáticamente a el modo analógico cuando se visita (roaming) fuera de sus áreas originales de servicio, sin que el usuario estea consciente del hecho, cuando esto ocurre. El resultado global es que la situación es en parte similar a lo sucedido en los años 90 en otros países y por lo tanto se espera un mayor número de eventos de interferencia electromagnética.

En tercer lugar, la falta de conocimiento del personal médico y técnico sobre la susceptibilidad de los productos sanitarios a la IEM es también más alta en la región, y la falta de comités de seguridad en hospitales, organizados para proteger contra las interferencias de radiofrecuencia, es particularmente común en la mayoría de los hospitales.

Por otra parte, la naturaleza experimental y la prueba exacta de las interferencias electromagnéticas, al menos en condiciones de laboratorio, y el hecho de que *"la tecnología plantea problemas que pueden ser resueltos sólo por la tecnología en sí,"* tornan ese campo de estudio más fácil de acceder, así como es libre de controversias.

Directrices para las distancias mínimas y las políticas de restricción también puede ser fácilmente definidas y aplicadas de acuerdo con estos estudios.

Por lo tanto, en una encuesta de la literatura utilizando MEDLINE y LILACS (Literatura Latinoamericana en las Ciencias de la Salud, disponible en <http://www.bireme.br>) fumos capaces de localizar a nueve artículos publicados por autores de América Latina entre 1970 y 2008. Seis de estos artículos se refiere exclusivamente a los desfibriladores y marcapasos implantables (Ferreira et al., 1998, Mateos et al., 1996, Gaucho 1997, Muratore, 1998, Santomauro et al., 2002, Banize Fernández et al. 2004). Muchos de estos artículos eran revisiones de la literatura y de directrices para los hospitales. Los otros dos artículos estaban relacionados con experimentos de interferencia electromagnética sobre dispositivos médicos eléctricos y electrónicos (Mühlen y Cabral, 2002) y los equipos utilizados en quirófanos (Hermine et al., 1996).

Uno de los pocos estudios experimentales *in vitro* y la primera publicación por investigadores latinoamericanos ha sido desarrollado por Cabral y Mühlen en 2001 en el Centro de Ingeniería Biomédica de la Universidad Estatal de Campinas, en Campinas, Brasil. El efecto de una única fuente de radiofrecuencia de 900 MHz (generada por un teléfono analógico) se investigó con 31 aparatos médicos diferentes de 14 fabricantes, tales como bombas de infusión, oxímetros de pulso, manómetros, monitores no invasivos multiparamétricos de señales vitales y monitores cardíacos. Los autores fueron cuidadosos en señalar el año de fabricación de los productos, la mayoría de ellas construidas antes de 2000. La proporción de 55% de los equipos ha sufrido algún tipo de interferencia electromagnética a distancias de hasta medio metro en este estudio. Esta proporción se redujo al 11% a sólo 1.3 metros de distancia.

Otro estudio experimental más tarde, por Calvo et al. (2008), se llevó a cabo en Colombia. Este estudio examinó la interferencia electromagnética causada por cuatro modelos de teléfonos móviles GSM y equipos de comunicación de radio Motorola sobre 16 tipos de equipos médicos (ventiladores, bombas de infusión, desfibriladores, incubadoras, cámaras de iluminación, medidores de oximetría de pulso, monitores multiparamétricos de señales vitales y electroencefalógrafos). Los autores observaron que el 87% de todos los equipos probados mostraron algún tipo de interferencia en su función. De estos, el 19% volvió a la función normal luego después de la interrupción de la perturbación electromagnética, el 25% requirieron intervención del operador para volver a trabajar normalmente, el 12% requirieron asistencia técnica especializada, y en el 31% de los equipos las intervenciones afectaran los dispositivos de presentación de datos, como visores o pantallas.

Sin embargo, estos efectos sólo se obtuvieron a distancias muy cortas entre las fuentes de RF y los equipos médicos, por lo general por debajo de 10 cm y en muchos casos en contacto directo con ellos. La preocupación de los autores fue que el 11% de los equipos han acusado algún tipo de interferencia a distancias menores de 100 cm de la fuente, y el 14% de los equipos mostraron una interferencia en un gradiente de campo de hasta 5V/cm, es decir, debajo de los estándares internacionales del IEEE para campos electromagnéticos y que el 75% de las fallas que se encontraron en los equipos fueron clínicamente significativos y podrían haber causado la muerte o daños a los pacientes.

Conclusiones y recomendaciones

1. Las tecnologías de comunicación inalámbrica con salida de alta potencia y en proximidad íntima a los productos sanitarios de diversos tipos, incluidos los dispositivos implantados en los pacientes, tienen la capacidad de causar interferencias electromagnéticas con efectos potencialmente perjudiciales para el bienestar y el soporte a la vida de los pacientes críticos;
2. Las tecnologías de baja potencia en las bandas de frecuencias utilizadas por los dispositivos actuales de comunicaciones inalámbricas digitales tales como teléfonos móviles, ordenadores, portátiles, computadoras de bolsillo, estaciones radio-base, puntos de acceso de redes de datos inalámbricas, así como la instalación de filtros electrónicos en los modernos dispositivos médicos han reducido a casi cero la probabilidad de ocurrencia de tales eventos dañinos, incluso cuando se utiliza normalmente a distancias mayores de 20 a 30 cm.;
3. Las estaciones de radio-base de telefonía móvil y las antenas de satélite ubicadas fuera de los predios de las instituciones de salud, así como estaciones de radio-base más pequeñas, tales como para las micro- y nanocélulas y los puntos de acceso a redes de datos inalámbricas dentro de las instituciones, tienen una densidad de potencia de los campos electromagnéticos de microondas extremadamente baja para causar interferencias significativas en todos los tipos de dispositivos médicos;
4. Interferencias electromagnéticas clínicamente relevantes aparecen sólo en raras ocasiones en los productos sanitarios, sobre todo cuando una distancia mínima de 30 cm a los productos implantables no es respetada por el personal médico que utiliza dispositivos inalámbricos;
5. Por lo tanto, científica y técnicamente en la actualidad no hay restricciones estrictas en cuanto al uso de teléfonos móviles (riesgo medio) y dispositivos inalámbricos de comunicación de datos en cualquier área de las instalaciones de instituciones de cuidados de salud, y no hay necesidad de una política de prohibición general, o de cualquier legislación a este respecto. Los radios de comunicación de mayor potencia y los módems de transmisión de datos que podrían aumentar el riesgo de interferencia deben utilizarse con moderación en las áreas de atención de la salud, y en situaciones de emergencia solamente, o de estar cerca de dispositivos médicos, implantables o no.
6. Los pacientes implantados con marcapasos u otros dispositivos similares deben ser advertidos de utilizar siempre los teléfonos celulares en el lado contralateral al implante y tratar de usar los nuevos modelos digitales de baja potencia;
7. Las instituciones de salud deben ser alentadas a emprender un estudio y llevar un registro de informe diario de los efectos adversos observados de interferencia electromagnética en los equipos médicos, e imponer políticas de control y restricción de uso;
8. Las instituciones de salud deben ser animados a mantener áreas especiales, debidamente marcadas, para el uso libre de los dispositivos de telecomunicaciones móviles, tanto para profesionales como para los visitantes;
9. Una reducción adicional de las posibles interferencias electromagnéticas en aparatos médicos se puede lograr mediante la instalación de sistemas de comunicaciones inalámbricas y de bajo riesgo especial dentro de las instalaciones de los establecimientos

de salud, com el objetivo de facilitar la rutina de sus empleados;

10. Las normas de seguridad a nivel nacional, regional y local deben tener en cuenta la base de conocimientos actuales sobre las interferencias electromagnéticas en aparatos médicos, y educar a los profesionales de la salud, de acuerdo con este conocimiento;

11. Las instituciones de Latinoamérica donde la mayoría de los dispositivos médicos locales que todavía están en uso fueron construidos sin filtros para evitar la interferencia electromagnética deben ser alentados a sustituir poco a poco el equipo a fin de evitar eventos potencialmente dañinos;

12. En la medida en que las tecnologías de telecomunicaciones continúan desarrollándose técnicamente, los científicos y los técnicos deben mantener la vigilancia y pruebas de estos dispositivos con respecto a los riesgos potenciales de interferencia electromagnética sobre los dispositivos médicos electrónicos de todos tipos;

13. Las organizaciones nacionales responsables de establecer las normas de compatibilidad electromagnética deben ser alentados a considerar el problema de las interferencias electromagnéticas en aparatos médicos;

14. Se debe considerar una correcta percepción y aceptación del riesgo por la población general acerca de la interferencia electromagnética causada por los teléfonos móviles en equipos médicos, tales como marcapasos, etc.,.

"

Temas Sociales y Comunicación Pública

Introducción

Se ha sugerido varias veces que el verdadero problema detrás de la controversia actual y temores entre la población sobre los supuestos daños causados a la salud por la exposición a RF emitida por los medios de comunicación móvil no puede ser la existencia de una base científica real y sólida para este temor, sino más bien una falta de comunicación efectiva de riesgos, así como su percepción, comprensión y aceptación por el público en general. Un papel importante es el desempeñado por la comprensión pública de la ciencia y la tecnología en las telecomunicaciones inalámbricas.

La telefonía móvil es un tema complejo de la física y la ingeniería, que la mayoría de la gente no puede comprender. Por otra parte, los laicos no entienden que el conocimiento científico proporcionado por estudios metodológicamente adecuados sobre los efectos biológicos y consecuencias para la salud de la RF, inevitablemente siempre tienen algún grado de incertidumbre y suelen dar resultados contradictorios, lo que provoca discusiones entre los propios científicos. Desafortunadamente, al tratar de simplificar esta situación al público, las acciones de los distintos grupos de interés, y en algunos casos, los informes incompetentes e irresponsables de algunos medios de comunicación, han agravado la controversia.

En resumen, la naturaleza de la investigación científica y cómo se produce el conocimiento en esta área, y cómo es tratada la incertidumbre, y, finalmente, superada por la ciencia, las cosas están mal entendido por el público en general, y eso es muy difícil de comunicar.

El miedo de la tecnología es muy común y no es una novedad: los relatos históricos indican que el público siempre ha expresado algún temor a los efectos nocivos de las nuevas tecnologías en la salud de las personas en varios casos: los trenes, los hilos del telégrafo, teléfono, televisores, monitores de vídeo, las líneas de transmisión de energía, los alimentos genéticamente modificados ("Frankenfoods"), el aspartame, los implantes mamarios de silicona, y varios otros. Curiosamente, como lo señaló el Dr. Michael Repacholi, ex coordinador de la OMS Proyecto CEM durante 11 años, el público no parece tener mucho miedo de otros peligros ambientales que conocemos muy bien hoy, como el material fosforescente radiactivo utilizado en los relojes para ver horas en la oscuridad, rayos X médicos, balnearios de aguas radioactivas, o incluso las playas de arena monacita (estos dos últimos supuestamente considerados "curativos"), las camas de bronceado de rayos ultravioleta, y muchos otros.

La comprensión de estas diferentes reacciones por los estudiosos es esencial para la comunicación de riesgos para el público.

En cuanto a la comprensión pública de la ciencia y la existencia de reacciones emocionales a las comunicaciones móviles e inalámbricas, lo que sucede cuando el objeto del miedo no es perceptible a nuestros sentidos, como en el caso de los campos

electromagnéticos de radiofrecuencia?

No sólo nuestros sentidos no pueden percibir estos campos, pero se necesita un nivel bastante alto de educación de una persona para comprender plenamente lo que son, cómo se generan por diferentes tecnologías modernas, e incluso por fuentes naturales, y cómo interactúan con las células, los tejidos y la materia viva. Ciertamente, este no es el caso de la mayoría de la población laica. Es natural, entonces, el miedo a lo desconocido, sin embargo, habiendo adquirido este sentimiento es, es muy difícil de quitarlo simplemente a través de una discusión racional.

Una manera obvia para curar el miedo y la ansiedad sobre los efectos de los campos electromagnéticos es dar a la gente la mayor información posible sobre la ciencia involucrada, a través de la educación de los usuarios. Sin embargo, las personas que proporcionan dicha información deben ser muy cuidadosas para presentar sólo los hechos probados científicamente, siempre haciendo referencia a los expertos y a las organizaciones reconocidas y, sobre todo, hacer todo lo posible de no agravar los problemas. Por ejemplo, se sabe que cuando se enfatizan en estas comunicaciones el tema de la incertidumbre científica y se recomienda la aplicación de medidas cautelares, eso suele tener un impacto negativo en la percepción pública del riesgo o en la confianza de la gente en las políticas y agencias gubernamentales (Wiedemann et al., 2007).

El factor más importante para la aceptación de las nuevas tecnologías parece ser una evaluación de los riesgos y beneficios comparativos de las nuevas tecnologías, algo que no sucede automáticamente. De particular interés para los organismos de los usuarios, la industria y el gobierno en el sector de las comunicaciones móviles, es el hecho de que los estudios son todavía muy pocos sobre la relación costo/beneficio de estas tecnologías, en comparación con muchos otros que han un fuerte impacto en la sociedad. Los posibles efectos nocivos de los teléfonos móviles cuando se utilizan mientras se conducen vehículos, la explosión de las baterías, la interferencia perjudicial en dispositivos médicos electrónicos (por ejemplo, marcapasos cardíacos), y, sobre todo, los efectos de corto y largo plazo de los campos de RF sobre la salud de los residentes y usuarios (como el cáncer y la hipersensibilidad electromagnética) se han considerado posibles gracias a muchos investigadores y grupos de intereses especiales y reportes de los medios de comunicación de masas. Esto condujo a un enorme cuerpo de investigación científica (por ejemplo, Valberg et al, 2007), sobre todo en los últimos 10 años o más con un gasto considerable de dinero que podría haber sido mejor utilizado en otros problemas de salud más graves y frecuentes como el SIDA, la malaria y el dengue. Por otra parte, la divulgación selectiva de este tipo de investigación ha provocado un importante grado de preocupación e incluso de pánico entre la población.

A pesar de la existencia de un enorme cuerpo de investigación que muestra que todos estos graves efectos potenciales no existen o son muy raros, sobre todo teniendo en cuenta el gran número de dispositivos en uso (con la posible excepción de los efectos sobre el desempeño de los conductores, Goodman et al, 1997), que sirve a menudo a reportes de tono irresponsable o alarmista en los medios de comunicación, crearon una imagen pública del fenómeno que está completamente en desacuerdo con las pruebas científicas existentes hasta ahora

Sabemos que muchas tecnologías desarrolladas por los seres humanos tienen su parcela de riesgos. Estos deben ser equilibrados por un cuidadoso estudio de sus beneficios. Tal es el caso de los automóviles y motocicletas, transporte aéreo, los productos químicos utilizados en la agricultura y limpieza, los productos utilizados en la conservación de alimentos, la combustión de petróleo, carbón y energía nuclear, los alimentos

genéticamente modificados, y muchos otros

La sociedad moderna ha reconocido y aceptado todos estos riesgos, teniendo en cuenta su utilidad y sus altas tasas de adopción. Por ejemplo, el riesgo para toda la vida de muerte por el uso constante de las motocicletas para el transporte personal es de 1:200, veinte veces superior a la de los coches. Este dato, sin embargo, no ha inhibido el uso de motocicletas.

Esta convivencia ha sido posible gracias a la aparición de los programas y procedimientos para la gestión de riesgos, y determinó que se impongan políticas y normas relativas a los niveles máximos permisibles de exposición, el fomento a las mejoras tecnológicas para reducir los riesgos, y tomar medidas preventivas necesarias. Con el objetivo de hacer lo mismo con las tecnologías móviles, por lo tanto, necesitamos urgentemente más estudios que se centren en los beneficios sociales y económicos de las tecnologías de comunicación móvil.

Esta sección de la revisión se centra en la investigación de temas sociales y de comunicación con el público relacionado con la exposición a RF causada principalmente por las nuevas tecnologías de la comunicación móvil. Se discuten los siguientes temas:

- Problemas de percepción y aceptación del riesgo y la relación entre riesgos y beneficios
- Resistencia social contra la tecnología
- Comprensión de los beneficios: los impactos percibidos y reales de comunicación móvil en el bienestar, la salud y la seguridad pública
- Comprensión pública de la ciencia
- Objetivos y alcance de la comunicación pública sobre los campos electromagnéticos y problemas de salud
- La comunicación de riesgos para la salud al público en general
- La comunicación de la incertidumbre científica
- Aplicación y explicación del principio de precaución
- Evaluación de la calidad de la información pública
- Evaluación de la ética profesional y la responsabilidad de los medios de comunicación sobre la salud y la FEM

La percepción y aceptación de riesgo y la relación riesgo/beneficio

El estudio sociológico que primero destacó y que buscó caracterizar la percepción de riesgo por el público en general ha sido realizado en Chile, utilizando un paradigma psicométrico (Bronfman y Cifuentes, 2003). Sus objetivos fueron: 1) evaluar lo que se el público refiere como peligroso, 2) describir los atributos de riesgo que influyen en la percepción pública, 3) explorar las diferencias entre la percepción social de riesgo y la percepción personal de riesgo, 4) estudiar las cuestiones de aceptabilidad del riesgo, y 5) estudiar la variabilidad de los datos cuando los datos so utilizados desagregados en vez de utilizar datos agregados.

La encuesta consideró una lista de riesgos agrupados en 54 categorías: medio ambiente, transporte, tecnología, sustancias prohibidas o adictivas, plaguicidas y productos químicos, los desastres naturales y los males sociales, entre otros. Los riesgos de antenas de telefonía celular estaban incluidos dentro del grupo de los riesgos tecnológicos. El hecho de que estos riesgos se incluyen la mayoría con lo que la gente se preocupa ayuda a poner en perspectiva el teléfono móvil como un problema de salud ambiental.

¿ Qué riesgos siente el público?

La mayor percepción social del riesgo fueron las sustancias que están prohibidas o son adictivas, los desastres naturales, las enfermedades y los riesgos sociales y ambientales. Los teléfonos celulares se han clasificado a un nivel medio de riesgo, junto con las líneas eléctricas de alta tensión y la ingeniería genética, todos pertenecientes al grupo de tecnologías. Algunos grupos son más reacios al riesgo, otros no lo son tanto, y por lo tanto el análisis de los riesgos que afectan al público deben tener en cuenta algunos factores clave tales como la edad, sexo, educación, situación socioeconómica, y tal vez la profesión. Por ejemplo, Martha et al. (2007) han investigado cómo los jóvenes perciben riesgos para la salud al utilizar teléfonos móviles en relación a sus riesgos sociales (falta de cortesía) y llegó a la conclusión de que tienden a ignorar los riesgos para la salud solamente. Las personas mayores, en cambio, tienden a considerar estos riesgos para la salud de una manera mucho más aguda.

Riesgo / Beneficio: Como se señaló anteriormente, los beneficios de las actividades, sustancias o tecnologías juegan un papel fundamental en la actitud de la sociedad hacia los riesgos percibidos. Como era de esperar, los riesgos ambientales, tales como sustancias prohibidas o adictivas, se consideran en general que tienen un alto riesgo y poco beneficio, lo que resulta en un saldo neto negativo. Riesgos tecnológicos, como teléfonos móviles, fueron clasificados como de riesgo y beneficios comparables, sobre todo en términos personales, sino que fueron aportados por los usuarios en el estudio como con las pequeñas variaciones en los riesgos o beneficios.

Percepción social de riesgo versus percepción personal de riesgos. La diferencia entre estas dos percepciones, que se define como el rechazo o la negación de riesgo (porque, aunque el riesgo es percibido por la sociedad en su conjunto, no se percibe el mismo nivel o de la misma manera a nivel personal) es positivo para casi todos los peligros, es decir, el primero es mayor que el segundo. Los riesgos ambientales tienen un bajo rechazo de riesgo, mostrándose casi iguales las percepciones personales y sociales del riesgo. Las sustancias prohibidas o adictivas como la marihuana y la cocaína y el HIV tienen un mayor riesgo de rechazo. El fumar tiene una negación de riesgo muy grande entre los fumadores, un hecho bien conocido, lo contrario sucede con los no fumadores. Estas observaciones reflejan el hecho de que en estos casos, el individuo cree que puede mantener el control y que "esto no me va a pasar."

¿Cómo se considera la negación del riesgo en el caso de las comunicaciones móviles? Depende de lo que parte de la tecnología se tiene en cuenta: las estaciones base o los teléfonos móviles. Para estos últimos hay un bajo valor del rechazo de riesgo, ya que cada vez más se los compran y se usan, aunque hay una alta percepción social de riesgo, impulsada por los medios de información. Por otra parte, para las estaciones base, la

negación del riesgo no puede ser evaluada como un simple porcentaje o promedio, ya que hay personas que viven muy cerca de las torres, o viven muy distantes de ellas (o no se dan cuenta que están cerca las antenas, microcélulas o antenas instaladas en tejados), lo que influye muy fuertemente en la percepción de riesgo personal

Los atributos de aceptabilidad del riesgo. Como era de esperar, el grado de aceptabilidad de un riesgo se correlaciona negativamente con la percepción social del riesgo, pero positivamente con la percepción de beneficios personales (Siegrist et al., 2005). Para la correlación entre la negación de los riesgos y beneficios personales, teléfonos celulares se clasifican más o menos en el medio o, en otras palabras, sus posibles riesgos personales son muy inferiores a sus evidentes ventajas. En este sentido, Siegrist et al. (2005) en un estudio realizado en Alemania reveló que

"La confianza en las autoridades también fue positivamente asociada con los beneficios percibidos y negativamente asociadas con los riesgos percibidos. Las personas que utilizan teléfonos móviles con frecuencia perciben un menor riesgo y mayores beneficios que las personas que los utilizan con poca frecuencia. Las personas que creen que viven cerca de una estación base no difieren significativamente en sus percepciones del nivel de riesgos para la salud asociados a los mismos, en relación con las personas que no creen que vivan cerca de una estación base. "

Percepción de los riesgos y beneficios. Al igual que en otros estudios, la percepción social del riesgo correlacionase inversamente con los beneficios socialmente percibidos, lo contrario que ocurre en la correlación con la aceptabilidad de un riesgo. Esto podría implicar que sería posible reducir el riesgo percibido mediante la identificación clara de los riesgos reales y un énfasis en sus beneficios. Sin embargo, las correlaciones observadas no implican una relación directa entre las dos variables, ya que no hay relación de causalidad entre ellas. En cambio, los riesgos y beneficios puede estar influenciados por una tercera variable, "la confianza social" como un posible candidato, aunque esta probable hipótesis aún debe ser probada para la telefonía móvil. La percepción del riesgo también se ve influida por la confianza pública en las autoridades (Covello, 1991).

Esta conclusión muy general de los trabajos de Bronfman y Cifuentes se puede aplicar a los teléfonos móviles. Las preocupaciones sobre los riesgos de los teléfonos móviles para la salud pueden seguir ocupando espacio en la prensa. Sin embargo, sigue el aumento del número de teléfonos móviles en Chile (y en la mayoría de los países de América Latina) a más de una línea por habitante, lo que habla claramente a favor de la aceptación frente a los riesgos potenciales para la salud.

Otro estudio (Barnett et al, 2007) reportó los resultados de una encuesta representativa a nivel nacional que exploró las respuestas del público a un folleto emitido por el Departamento de Salud (DOH) en 2000, proporcionando información sobre los posibles riesgos de salud de los teléfonos móviles. Sus resultados son muy informativos acerca de lo que se puede hacer para evaluar el impacto de una acción social en particular en temas de comunicación con el público. Dos folletos fueron producidos por el Departamento de Salud, uno sobre estaciones base, y otro sobre uso de los teléfonos móviles. El estudio se centró en la percepción pública en relación a lo que los folletos comunicaban respecto la incertidumbre y la necesidad de medidas preventivas. Suponiendo que un mayor grado de control personal podría mejorar la percepción del riesgo, los folletos destacaron que, en vista de la incertidumbre en el conocimiento, "hay maneras que usted puede elegir

para minimizar su exposición a ondas de radio." Cuatro opciones personal de precaución se destacaron: reducir la duración de las llamadas, restringir el uso de niños menores de 16 años de edad, reducir al mínimo las llamadas no esenciales, y tener en cuenta el SAR (Specific Absorption Rate) al comprar un teléfono nuevo.

Los resultados de los esfuerzos de extensión debe tener en cuenta, sin embargo, que los riesgos potenciales para la salud de los teléfonos móviles son generalmente vistos como algo menos grave que varios otros riesgos, como se describió anteriormente. Los datos disponibles también sugieren que una evaluación de los beneficios de la telefonía móvil desplaza sus posibles riesgos.

A menudo, los gobiernos han comenzado iniciativas para responder a las preocupaciones del público acerca de los riesgos, una sensación generalizada de que "hay que hacer algo", pero no evalúan (cualitativamente) o mensuran (cuantitativamente) el impacto de las medidas que han sido adoptadas. Asimismo, no se proporciona ninguna información acerca de los beneficios, probablemente porque piensan que son auto-evidentes. Como se analiza en detalle más adelante, los resultados de las investigaciones de Weidemann y Schütz (2005) y Weidemann et al (2007) confirman que, contrariamente a lo que uno podría suponer, los consejos de precaución se suelen asociar con un aumento de la preocupación del público, en lugar de dar más seguridad. Es interesante que, no importe el nivel inicial de la preocupación por la incertidumbre, la tendencia general es hacia una mayor preocupación cuando el consejo de precaución es difundido por el gobierno. Es una reacción de "si dicen que algo es incierto y es mejor tomar precauciones, el riesgo es mucho más grave de lo que están diciendo."

Estos hechos sugieren la necesidad de tener cuidado al dar consejos sobre la prevención de los riesgos ambientales como parte de la información de salud pública. Parece claro que es poco probable que la gente se tranquilice cuando se hace eso. Además, la investigación sugiere que para aquellos que tienen una gran preocupación por las incertidumbres que apoyan a sus creencias, la información recibida evocan a nuevas facetas de peligro.

Resistencia a la tecnología

Cuando los trabajadores textiles ingleses, dirigidos por John Ludd, protestaron contra la introducción de telares automáticos en el siglo 18, la resistencia de ciertos grupos de personas a las nuevas tecnologías, que a ellos parecían ser perjudiciales para el orden social, el mercado de trabajo o que amenazaban a la gente de alguna manera, ha sido llamado *luddismo*.

Más que nunca en el pasado, sin embargo, estamos asistiendo a un movimiento popular que utiliza las afirmaciones sobre posibles daños a la salud como un pretexto para protestar y resistir a la nueva tecnología (Burgess, 2003), o más bien un aspecto muy concreto de un nueva tecnología, que es la instalación de torres de antenas de gran tamaño (llamados *Greenfields*), y as veces más pequeños, sobre los tejados de los edificios (conocido como *Rooftops*), especialmente cuando se instalan en barrios residenciales. Este movimiento social, que en algunos países latinoamericanos como Brasil, llegó al punto de la intervención violenta de grupos activistas (las torres de celulares llegaron a ser destruidas de forma manual por turbas enfurecidas, los técnicos fueron asaltados físicamente, y los instaladores tuvieron que ser protegidos por la policía militar) es una interesante (e importante) fenómeno, que ha sido estudiado en detalle por algunos investigadores.

Por ejemplo, Drake (2006) ha estudiado las actitudes y las creencias de uno de estos grupos de protesta y examinaron cómo y en qué medida los problemas de salud dominan las preocupaciones del grupo y cómo los militantes estuvieron involucrados con el conocimiento científico para formar su opinión. Él encontró que mientras la mayoría de los miembros del grupo utilizan teléfonos celulares, ellos tendrían simultáneamente una opinión muy militante y sesgada sobre los efectos de las antenas de estaciones base en la salud, y consideraban que el principio de precaución no estaba siendo aplicado por los operadores de móviles. También sentían que la ciencia y la tecnología, al menos en este caso no estaban conduciendo a una mejor calidad de vida.

Es importante destacar que estos grupos de protesta son una pequeña minoría de la población, pero muy ruidosa y muy activa. "La mayoría silenciosa", que es indiferente a o en contra de las opiniones y posiciones de las minorías, no se manifiesta. Los políticos son por lo tanto presionados por una representación desequilibrada de puntos de vista de la gente, un hecho triste, que es responsable por la mayoría de las decisiones políticas que no se basan en la ciencia. Cuando una comunidad decide investigar las opiniones de las personas con un referéndum, como ocurrió en Liechtenstein, gana casi siempre la posición mayoritaria, en cuyo caso impidió la aprobación de una ley que determinaba criterios más restrictivos para la exposición máxima a las torres de antena celular.

En principio, las estrategias de comunicación social de estos grupos con el objetivo de inducir una visión más racional y equilibrada del problema, no parecen ser muy eficaces. Aunque algunos de sus miembros que no tienen tan firmes convicciones suelen ser más receptivos a argumentos racionales y de base científica, su "núcleo duro" se compone por veces de personas fanáticas e intransigentes, que se consideran cruzados y evangelistas. Al igual que cualquier tecnología puede ser acusada por cualquier persona en cualquier momento como perjudicial para los seres humanos (como, por ejemplo, que se pasa con los famosos "mitos urbanos" difundidos por Internet), la única manera de traer estos grupos a la razón es hacerlos entender mejor como funcionan los campos de radiofrecuencia que se utilizan en las telecomunicaciones (es decir, tratar de aumentar la comprensión pública de la ciencia) y hacer algo para mejorar el equilibrio entre riesgos y beneficios percibidos, para hacer entender mejor los beneficios de las comunicaciones móviles, inalámbricas es decir, su impacto social positivo. Es lo que se discute a continuación.

Comprensión de los beneficios de la comunicación móvil inalámbrica: el impacto social

A pesar de su importancia social y de la presencia fenomenal de las tecnologías de telefonía desde su invención y su adopción generalizada en el siglo 19, estas han sido pocas veces objeto de investigaciones sociológica serias hasta ahora. Según Geser (2004)

"No fue hecho antes un esfuerzo significativo para obtener una visión general de su impacto multifacético en los diversos ámbitos de la vida social, y no han evolucionado hasta convertirse en una teoría integrada de las funciones específicas y las consecuencias de la comunicación telefónica (...) Este déficit sólo ilustra la tendencia más grande de ignorar el impacto dramático de la tecnología en los aspectos de la vida cotidiana (...) Por supuesto, el teléfono parece evocar

mucho menos interés intelectual, entusiasmo y esfuerzos de investigación científica que la World Wide Web . (...) Estos puntos de vista ignoran los hechos básicos que, en comparación con los PCs y las tecnologías de Internet, los teléfonos móviles se utilizan actualmente para los estratos más amplios de la población en todo el mundo, y que para muchos usuarios ellos tienen fuertes impactos en su vida social, por lo que la mayoría de ellos están dispuestos a gastar sumas mucho más grandes de dinero en las facturas telefónicas mensuales, que en los servicios de acceso a Internet (...) Esto se difundió en todo el mundo, sin respetar la existencia de diferentes hábitos culturales, valores y normas. "

Este impacto se manifiesta en al menos dos niveles de la actividad social: personal y laboral. Sin embargo, varios autores han señalado que *"la frontera entre trabajo y vida personal desaparece lentamente, ya que las personas pueden utilizar más fácilmente la tecnología de comunicación móvil, tanto para fines personales y comerciales, tanto en contextos sociales, como en el relacionado con el trabajo"*. (Peters y ben Allouch, 2005). Este paradigma se ha denominado *"always on"* ("siempre conectado"), algo que los medios de comunicación anteriores, como la telefonía fija, no permiten.

Varios estudios sociológicos han demostrado que las comunicaciones privadas han invadido el lugar de trabajo, y que las comunicaciones relacionadas con el trabajo en la dirección opuesta, también invadieron la privacidad de los individuos (Geser, 2004). Un estudio financiado por la Comisión Europea sobre el uso de tecnologías de información y la comunicación (TIC) en los países europeos, sugirió que *"(...) el teléfono celular permite una forma más flexible de comunicación. Permite (...) ajustar la socialización a todos los recovecos de la vida cotidiana, y posiblemente evita así la necesidad de contacto social en el contexto de otras instituciones más formales. "*

Los estudios sociológicos han mostrado una tendencia retroactiva interesante, posible gracias a una forma muy personal en el uso de dispositivos de comunicación móvil: la telefonía móvil volvió a recrear los patrones de comunicación más naturales y humanos típicos de la época pre-industrial (Fox, 2001, citado en Urry, 2007). Según Geser (2004), *"el teléfono celular ha dado lugar a una nueva versión de un comunismo particularistas trans-espacial, para que las condiciones impuestas por la alta movilidad de la vida urbana moderna sean compatibles con el mantenimiento de suficientes modos más básicos o primitivos de integración social. "* En otras palabras, las redes móviles de comunicación interpersonal son la verdadera "aldea global", como fue prevista por el sociólogo canadiense Marshall McLuhan, en lugar de la radio y la televisión, como se había previsto por él, ya que estas son unidireccionales.

¿Cuáles son los beneficios tangibles que podrían llevar las comunicaciones móviles a las personas?

La investigación actual muestra que el público no tiene absolutamente ninguna dificultad en reconocer esto a nivel personal, mientras que los beneficios para la sociedad en su conjunto no ocurren tan fácilmente en la mente.

En relación con estos beneficios generales, según una encuesta realizada en 2001 por el Instituto Nacional de Estadísticas del Reino Unido, los dispositivos personales de comunicación, como teléfonos móviles, tuvieron un gran impacto en los resultados relacionados con el crecimiento económico, inclusión social, mejora de la salud, seguridad y bienestar (Haddon, 2002). Este llamado "capital social", según un informe de 2002 de la Unidad de Política y la Innovación, ha demostrado efectos positivos en diversos grados, como el apoyo a la investigación empírica. Se puede:

- Facilitar un mejor desempeño económico, por ejemplo, mediante la reducción de los costos de transacción, lo que permite la movilización de los recursos y facilita el rápido movimiento de la información;
- Facilitar un funcionamiento más eficiente de los mercados de trabajo, por ejemplo, mediante la reducción de los costes de búsqueda;
- Mejorar el nivel educativo y la calidad de la comunicación interpersonal;
- Contribuir a los niveles más bajos de la delincuencia;
- Llevar a un mejor nivel de salud;
- Mejorar la eficiencia de las instituciones gubernamentales.

Desde la más temprana historia de las comunicaciones móviles, sobre todo el uso de teléfonos celulares, los informes anecdóticos indican que en la vida cotidiana a menudo tenerse un teléfono celular a la mano para llamadas de emergencia, accidentes de tráfico, aparición repentina de una enfermedad que amenaza la vida, o cuando se pierden en una ciudad, o tienen un neumático pinchado en un barrio peligroso, etc. ha sido un factor decisivo para salvar vidas o mejorar la seguridad de sus usuarios (Geser, 2004). Según él,

"El teléfono suele ser muy útil para vincular las unidades de emergencia a su entorno de operación, aumentando la probabilidad de que una persona que sea testigo de un evento y tenga un teléfono, sea dispuesta a hacer una llamada de socorro. Especialmente los teléfonos celulares pueden reducir significativamente el tiempo necesario para la llegada de una ayuda institucional, como por ejemplo llamar a ambulancias, bomberos o la policía, para que tengan mejores oportunidades para una intervención eficaz: por ejemplo, salvar un paciente de morir de un ataque de corazón, prevenir la propagación de un incendio, o interceptar a ladrones que huyen. "

De particular importancia para este informe son los resultados de un importante estudio realizado por la firma norteamericana de investigación de mercado de Frost & Sullivan, en 2006, en nombre de la Asociación GSM (GSMA, 2006) sobre el impacto social de la telefonía móvil en cuatro países de América Latina (Brasil, Colombia, Argentina y México). Sin embargo, salud y seguridad estaban en primer lugar en la lista de llamadas con gran impacto social en las zonas rurales y semi-rurales. Alrededor del 35% de los usuarios informaron de que habían usado teléfonos móviles para llamadas de emergencia, y el 18% de las llamadas fueron hechas a los hospitales y los médicos, pero más significativamente, el 40% de los usuarios afirmaron haber realizado más llamadas a cada uno de estos, en comparación con antes de poseer un teléfono celular. En otras palabras, la telefonía móvil ha aumentado significativamente el nivel de comunicación en salud y seguridad. Los líderes comunitarios en estas zonas, cuando se le preguntó cuáles eran las aplicaciones con mayor impacto social, eligieron la seguridad en primer lugar, seguido de cerca por la salud.

A pesar de la existencia de una clara relación directa entre la adquisición de un teléfono móvil y sus efectos positivos sobre la calidad de vida de sus usuarios, ha sido difícil de

demostrar este hecho en los países desarrollados, donde la calidad de vida es ya muy elevada, y por lo tanto los beneficios adicionales son menos claros. Es posible, sin embargo, que los teléfonos móviles están teniendo un impacto más pronunciado en este sentido en los países donde la infraestructura de las comunicaciones ha sido mucho menos extensa. Por ejemplo, un estudio realizado por Vodafone en Sudáfrica mostró que el 16% de los usuarios en el país reportaron haber usado un teléfono celular para llamar a la policía o guardias de seguridad. Otro ejemplo es un estudio sobre el uso de teléfonos celulares por los propietarios de pequeños negocios en países extremadamente pobres, como Ruanda (Donner, 2004), que ha demostrado el gran impacto de las comunicaciones móviles más baratos en la viabilidad social y económica de las pequeñas empresas.

La percepción de los usuarios de teléfonos móviles en relación con su utilidad para la seguridad personal es también muy alta. En la investigación en América Latina citada (GSMA, 2006), el 67% de los usuarios reportaron sentirse más seguros en las situaciones de emergencia (el más alto en la lista de las percepciones), y el 38% se sentían más protegidos contra el robo. Los usos más frecuentemente citados para teléfonos móviles en esta área fueron los siguientes:

- Para llamar a la policía en caso de robo o asalto
- Para llamar a la policía en casos de violencia familiar
- Para reportar un robo en la calle o carretera
- Para llamar a familiares para ayudar en caso de ruidos sospechosos en la casa
- Para obtener ayuda en casos de defectos en el vehículo o un neumático pinchado

Preocupaciones de salud son también un gran beneficio directo de poseer un teléfono celular. Los usuarios encuestados por el estudio de Frost & Sullivan (GSMA, 2006) informaron de los principales usos siguientes:

- Para comprobar el estado de un familiar enfermo;
- Para llamar a la farmacia para la entrega de medicamentos;
- Para hacer un llamado a la ambulancia y asistencia médica en caso de enfermedad repentina o una emergencia médica;
- Para solicitar a un médico acerca de cómo modificar un régimen de tratamiento, para supervisar un caso, etc.;
- Para advertir a la policía sobre víctimas en accidentes de tráfico;
- Para comunicarse con familiares o amigos en el hospital.

En un pequeño estudio realizado por Coates (2001) entre estudiantes universitarios, el 33% de los encuestados citaron las llamadas en caso de emergencia como una de las razones que han adquirido teléfonos celulares. Una alta correlación se informó también entre los sexos y la motivación para comprar un teléfono celular. Las mujeres compran

teléfonos principalmente para uso de emergencia. Otro estudio realizado en África, el 16% de los encuestados informó haber usado el teléfono para notificar a la policía sobre problemas de seguridad personal (Samuel et al, 2007).

La pregunta de investigación más importante sobre el impacto social de los teléfonos móviles en comparación con otras formas de telefonía (teléfonos de línea fija privada o pública) es si hay aplicaciones que son claramente únicas para los teléfonos móviles o se utilizan más con ellos que con otros medios de comunicación. Esta cuestión no ha sido investigada en profundidad en la mayoría de los estudios hasta la fecha: pero ella suele contribuir de forma muy relevante para evaluar comparativamente la relación riesgo/beneficio de la telefonía móvil en muchos contextos. Pero no hay duda de lo que son los modelos de teléfonos celulares progresando constantemente en sus capacidades, tales como el envío de mensajes de texto, correo electrónico y acceso a Internet, la incorporación de cámaras de vídeo y funciones de ubicación GPS, etc. . Por lo tanto cada vez más alejado de la telefonía móvil. Esto significa que existirán claramente formas únicas de nuevas aplicaciones y servicios para los usuarios. Por ejemplo, hay informes de los medios que los usuarios que fueron secuestrados por bandidos y encerrados en el maletero de su coche, han podido ser rápidamente ubicados por la policía y puestos en libertad después de recibir una llamada de socorro desde el teléfono celular de la víctima, evitando así lesiones y posiblemente la muerte, porque su teléfono celular estaba equipado con GPS. Lo mismo sucedió con una pareja perdida en un sendero en el bosque.

A pesar del tamaño y la tasa de crecimiento de este fenómeno social, ha habido relativamente pocos estudios con evidencia empírica sobre el impacto del uso de teléfonos celulares en la salud, la seguridad y el bienestar de la población, especialmente en los países en desarrollo (Donner, 2004).

Un importante estudio sobre el impacto social y el uso de teléfonos celulares en Brasil se realizó por Sabbatini (2010, en publicación). Dos estudios independientes se llevaron a cabo de forma simultánea y en poblaciones de tres condados del Estado de Sao Paulo, Brasil: São Paulo, Campinas y São João da Boa Vista, con un total de más de 3.000 respuestas: 1) una encuesta de hogares por muestreo sucesivas, aleatorizado, prospectivo y estratificado, con el objetivo de determinar y la información demográfica sobre la propiedad, el perfil y el rango de uso de teléfonos móviles para llamadas de emergencia, y 2) un análisis exhaustivo de todas las llamadas realizadas desde teléfonos celulares a los centros de llamada de emergencia de la Policía Militar en las tres ciudades. La evaluación de la información proporcionada por dos encuestas, así como la correlación con otros datos estadísticos disponibles en otros lugares, tales como registros de los departamentos de policía, etc. llevó a un aumento de la potencia de análisis e interpretación. Entre los muchos hallazgos de este estudio, se destacan los siguientes:

- La importancia para la vida de poseer teléfonos móviles, como experimentadas por los usuarios, ha sido alta para todas las categorías de usuarios (edad, sexo, estado civil, ocupación, educación, nivel socioeconómico y el tamaño de la ciudad), con un promedio de 85 % de opiniones que los teléfonos son importantes o muy importantes;
- El sentimiento de importancia ha aumentado notablemente con el tiempo cada vez mayor de la propiedad;
- La sensación de importancia es también altamente correlacionado con el hecho de

que la persona ya había hecho una llamada de emergencia.

Las principales conclusiones sobre el uso de teléfonos celulares para hacer llamadas relacionadas con la seguridad y la salud fueron las siguientes:

- El número de veces que un teléfono celular ha sido utilizado para hacer llamadas de emergencia ha sido aproximadamente el mismo para las personas de distinto sexo, estado civil y el tamaño de la ciudad, con un promedio de casi 40% entre los usuarios;
- No se observaron diferencias en relación con el uso de un teléfono celular para hacer una llamada de emergencia, si el usuario tiene acceso o no a un teléfono fijo;
- Este tipo de uso fue mayor en las personas más jóvenes (18-30 años), pero también aumentó durante el tiempo de tenencia, el nivel educativo y nivel socioeconómico;
- El nivel socioeconómico es un factor más influyente que el nivel de escolaridad;
- Los usuarios de teléfonos de prepago utilizaron para hacer llamadas de emergencia proporcionalmente más que los usuarios de móviles de postpago.

Por lo tanto, algunos hechos importantes han surgido del estudio:

- Se ha demostrado claramente que los teléfonos celulares representan ahora un papel muy importante en los recursos de comunicación para la prevención y el mantenimiento de la salud y la seguridad de las personas, ya que casi el 40% de los propietarios ya la han usado al menos una vez para comunicarse en casos que afectan a estas áreas.
- Los teléfonos celulares están en todas partes y son una tecnología de amplia difusión en las ciudades estudiadas (más del 60% de los individuos en 2006, actualmente la proporción es mucho mayor), por lo que su papel es aún más importante. Su movilidad intrínseca y de uso individual le permiten crear nuevas oportunidades en el ámbito de la seguridad y la salud de sus propietarios, la familia, amigos, colegas, etc., independiente de la hora y el lugar.
- El estándar utilizado para realizar llamadas de emergencia observada en este estudio está estrechamente relacionado con la posesión de un teléfono celular en diferentes categorías, es decir, aumenta con los grados más altos, mayor nivel educativo y una menor edad. Sin embargo, no se correlaciona, como sucedió con la posesión de un teléfono móvil, al sexo, tamaño de la ciudad y el estado civil.

Podríamos interpretar estos resultados en función del valor percibido de una tecnología. Sería de esperar que los usuarios que compran teléfonos asignen un alto valor para ellos, y el contrario a los que no compran. Esto se demostró en un análisis de la importancia de los teléfonos celulares, según lo indicado por los usuarios: que siempre fue alta para todas las categorías de usuarios (edad, sexo, estado civil, ocupación, educación, nivel socioeconómico y el tamaño de la ciudad), con un promedio de 85% de las respuestas

evaluadas como importante y muy importante.

El valor de una tecnología aumenta de forma automática cuando se la utiliza al menos una vez por alguna razón. Esto es claramente apreciable, como se demuestra en este estudio, donde los usuarios con más tiempo de uso (más de dos años) han hallado a un mayor valor y importancia de poseer un teléfono celular y hacer más llamadas de emergencia que aquellos con menos de dos años de uso. Así que la diferencia aparece, y las personas con más interés en los teléfonos móviles suelen usarlas más veces para hacer llamadas de emergencia.

También es notable que, aunque los usuarios tienden a sentir que los teléfonos celulares son importantes (85% de los usuarios en la encuesta los consideran como importante o muy importante para sus vidas), un porcentaje menor en realidad hizo uso efectivo de teléfonos móviles en situaciones de emergencia, o para salvar vidas. Esto se ha observado en otros estudios en América Latina (GSMA, 2006) y en otros lugares. En la investigación de Frost & Sullivan, el 86% de los usuarios creen que los teléfonos móviles son importantes para su salud y seguridad, y el 67% se sentían más seguros por tener acceso a uno, pero en realidad sólo el 35% ha utilizado alguna vez por motivos de seguridad y de salud. Este hecho puede explicarse por fenómenos de la conciencia social (por ejemplo, conocer a otras personas que han utilizado el móvil para estos fines, en lugar de tener una experiencia directa en sí mismo).

Volviendo, por lo tanto, a nuestra pregunta original: *¿qué diferencia hay entre los teléfonos móviles y fijos en cuanto su utilidad en la comunicación social?*

La comunicación móvil como está implícito en su nombre, permite una movilidad espacial, o la libertad de estar en cualquier lugar y ser capaz de comunicarse. Por lo tanto,

"Las tecnologías de transmisión inalámbrica están sin duda en la raíz de todas las innovaciones que permiten la comunicación compatible con la movilidad espacial. Visto desde este punto de vista evolutivo muy amplio, la importancia del teléfono celular es empoderar a las personas a participar en una comunicación interpersonal, que es al mismo tiempo, libre de las limitaciones de la proximidad física y la inmovilidad espacial. Cómo responden a las necesidades sociales tan profundamente arraigadas y universales, no es ninguna sorpresa saber que la experiencia móvil posee tan gran expansión en todo el mundo, y con una velocidad tan vertiginosa, por ejemplo. De hecho, hay razones para suponer que esta tecnología habría sido igualmente bienvenida en todas las sociedades humanas y culturas en el pasado, es decir, en todas las condiciones imaginables, sean culturales o socio-económicas." (Geser, 2004).

El sentido de la libertad es un factor importante aquí. Según Spector (1993) *"De hecho, estas tecnologías suelen ser liberadoras, ellas liberan a los usuarios para comunicarse con cualquier persona, dondequiera, en cualquier momento."*

Muchos estudios han podido demostrar que la libertad de comunicación establecida por la telefonía móvil tiene un impacto significativo en las personas, especialmente en cuanto a su impacto en la salud, la seguridad y el bienestar, reproduciendo lo que otros investigadores han hallado en estudios realizados en países desarrollados y en desarrollo .

Según Lacohe et al (2003), el teléfono celular es hoy día visto como una herramienta

esencial para la supervivencia en una "sociedad de riesgo". Este término significa que en las últimas décadas, la violencia, los accidentes y las oportunidades en general para el trastorno social en su conjunto han aumentado en los entornos urbanos en todo el mundo (más en algunos, en otros menos). Las familias son cada vez más favorables a la compra de teléfonos celulares para las mujeres y los niños con el fin de mejorar su seguridad y para dar aviso de dónde se encuentren. Son posibles ahora y cada vez más los servicios basados en ubicación automática de los usuarios (LBS), basada en la triangulación de las distancias desde el teléfono celular a las torres de celulares, y también con el GPS para determinar la ubicación de un teléfono móvil. Ellos se han hecho populares como servicios de valor añadido para los operadores y para los usuarios.

En 1997, una encuesta de las empresas y usuarios residenciales de los teléfonos móviles en los EE.UU., Katz investigaron la importancia para el usuario doméstico "*los efectos reconocibles de mayor conveniencia personal, eficiencia y seguridad, así como efectos más sutiles, en particular (...), en la esfera psicológica e interpersonal, como la necesidad de estar en contacto o tener una gran movilidad.*"

Cabe señalar, sin embargo, que en las grandes áreas metropolitanas con millones de habitantes, los teléfonos celulares suelen afectar negativamente a las instituciones de atención de emergencia, ya que provocan un exceso de información: "*Con un teléfono celular, un conductor puede inmediatamente solicitar asistencia de emergencia al 911 (número de llamadas de emergencia en América del Norte). Sin embargo, ahora los servicios de emergencia están siendo inundados con múltiples llamadas de emergencia al mismo evento, lo que disminuye el tiempo de respuesta y bloquea de la recepción de llamadas de emergencia de otros que están llegando*" (Bautsch et al. 2001).

Sabbatini (2010), al entrevistarse con el comandante de la Policía Militar del Centro de Llamadas de Emergencia (COPOM) de São Paulo, descubrió que uno de los problemas que tenían era la manera de identificar si las llamadas se refieren a accidentes iguales o diferentes, por ejemplo, a fin de tener limitada la respuesta policial a una sola. A veces esto es una tarea difícil, debido a información incompleta por los que llaman a la policía, tales como la información espacial y temporal exactas. Los EE.UU. están considerando la obligatoriedad de la funcionalidad GPS para todos los teléfonos móviles, para que los usuarios con lesiones o inconsciencia debidos a situaciones de emergencia sean ubicados automáticamente por la unidad de servicios.

Otra consecuencia preocupante del uso generalizado de teléfonos celulares para activar los sistemas de emergencia es que en muchos países (como en los EE.UU.), el número de emergencia se puede marcar gratis desde cualquier teléfono, incluso los que estaban conectados a una línea que fue bloqueada o desactivada, o a partir de teléfonos descartados, perdidos, robados o abandonados. Esto ha llevado a un enorme incremento en llamadas de broma y innecesarias a los centros, que son prácticamente imposibles de controlar (Michels, 2007).

La comprensión pública de la ciencia

Se considera un ingrediente esencial para una comunicación exitosa sobre una nueva tecnología que exista un grado mínimo de comprensión de la ciencia y la tecnología detrás de comunicación inalámbrica por parte del público en general,

Los términos "comprensión pública de la ciencia" o "conciencia pública de la ciencia" se refieren a las actitudes, opiniones y actividades que forman enlaces entre el público en

general en relación al conocimiento científico y su gestión. Se trata de muchas actividades e iniciativas, y es un enfoque relativamente nuevo en la tarea de promover la ciencia, la tecnología y la innovación entre el sector público y proporcionar un enfoque integrado, orientado a resultados en un marco único. Necesariamente implica una serie de otros campos de comunicación científica en los medios laicos de comunicación, tales como prensa, Internet, radio y televisión, así como programas escolares y ferias científicas, festivales y exposiciones, educación de niños, adultos y grupos específicos, consumidores, médicos y técnicos de higiene industrial y seguridad laboral, funcionarios gubernamentales, políticos, profesores, periodistas, etc.) .. No sólo la información básica acerca de cómo funcionan las comunicaciones inalámbricas, pero la naturaleza física de los agentes implicados y su interacción con los seres vivos, deben ser bien comprendidas y aceptadas por la población, antes que una evaluación y aceptación del riesgo pueda ocurrir entre los miembros del público.

Por otra parte, en las áreas de la ciencia en que se ha atingido un grado razonable de certidumbre, una atención especial debe ser tomada por los comunicadores sociales sobre la manera de divulgar y cómo considerar la incertidumbre científica. La mayoría del público no tiene formación o ningún conocimiento acerca de cómo funciona el método científico, cómo que los científicos llegan a un consenso, y cómo el conocimiento y las teorías de la ciencia son provisionales y su cambio constante e inevitable.

La divulgación de la incertidumbre científica

En sus conferencias para el público laico acerca de los efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, Vanelli y colaboradores (2006) hallaron que cuando se habla del Proyecto Internacional CEM, patrocinado por la OMS, la mayoría de la reacción del público fue negativa. La "sensación" típica informada por ellos después de la charla era que "si todavía hay estudios en curso, esto significa que no hay resultados concluyentes. Y eso no es bueno. Es mejor dejar todo (es decir, la autorización de instalaciones de telecomunicaciones de nuevo) hasta que esté funcionando bien". Para decirlo en términos populares, "no hay humo sin fuego".

Al mismo tiempo, los estudios epidemiológicos, que son más a menudo las fuentes de información que tienen más influencia en el público en general, ya que tratan sobre cáncer y otras enfermedades muy temidas, y que utilizan un gran número de personas enfermas, han sembrado la confusión y la incertidumbre más de las veces en las mentes del público. Muchos estudios han entrado en conflicto directo con los demás, en términos de afirmar que existe una asociación entre la exposición a las radiaciones no ionizantes y los efectos nocivos para la salud, a pesar de un gran número de incertidumbres, datos viciados y falta de evidencia científica sólida e incontrovertible. En consecuencia, muchos críticos afirman que estos resultados son poco concluyentes y llenos de advertencias y dudas, como se ha pasado con el grande, longo y tan esperado Proyecto INTERPHONE, y causan en el espíritu del público más daño que beneficios.

Desafortunadamente la ciencia no es perfecta, como mucha gente cree, y son abundantes los estudios epidemiológicos basados en mala planificación, artefactos estadísticos e interpretaciones injustificadas. Según Tauber (2001), "*Muchos epidemiólogos reconocen que los estudios están tan llenos de vicios, incertidumbres y debilidades metodológicas que son inherentemente incapaces de hacer declaraciones acerca de asociaciones débiles.*"

Esto ha sido llamado el "escándalo de las investigaciones epidemiológicas pobres" (van Elm y Egger, 2004), y los médicos y los investigadores han recomendado una mayor cautela al divulgar los resultados a los medios de comunicación (Hazinski et al, 1995):

"... En la confusión del público sobre los resultados de los ensayos clínicos, creemos que el público y los medios de comunicación pudieran evaluar mejor los resultados de la investigación médica se los investigadores hubieran sido más modestos y cuidadosos para discutir sus hallazgos con los periodistas. El New England Medical Journal ha liderado el camino en el tema de la prohibición de la difusión de los resultados de la investigación a la prensa hasta su publicación oficial, pero estas normas no impiden que un investigador ambicioso e ingenuo (o su institución) este tratando de "vender" sus resultados y conclusiones para forzar más allá de los límites de los datos. "

El público general no está dispuesto a aceptar la incertidumbre y entender los resultados de los estudios epidemiológicos complejos en términos de probabilidades, y no estará satisfecho con conclusiones que en realidad son una falta de conclusiones. Esto justifica la necesidad de la sociedad de proporcionar información sobre la metodología del trabajo científico y las incertidumbres que conllevan estos trabajos, dentro de ciertos límites. Al mismo tiempo, los organismos gubernamentales deben tomar medidas eficaces para verificar el cumplimiento de las normas bajo un estricto control por partes independientes (Vanelli et al., 2006). Se sabe que, incluso cuando el equipo técnico y la experiencia para realizar las mediciones de los campos electromagnéticos están disponibles para casi todos, los resultados serán aceptables para el público sólo cuando se han llevado a cabo por partes que no tienen intereses financieros o han invertido. En palabras simples, la gente fácilmente acepta los resultados proporcionados por una universidad o centro de investigación conocido, pero no tienen confianza en los que son proporcionados por empresas de telecomunicaciones, incluso si se refieren a sus propias instalaciones (Bruni et al, 2003).

El principio de precaución y la política de advertencias

¿Qué se entiende por el principio de precaución?

Como Wood (2006) observó: *"Todas las veces dónde existan incertidumbres científicas sobre la naturaleza o el origen de un riesgo para la salud humana, los organismos responsables pueden elegir (...) la adopción de medidas de protección sin tener que esperar hasta que la realidad o la gravedad de los riesgos se tornen evidentes. "*

Hay un debate continuo sobre si la exposición a campos electromagnéticos utilizadas en telecomunicaciones, o de otras fuentes, presenta una evidencia científica suficientemente fuerte que realmente exista un peligro de causar daños para la salud humana justificaría el empleo del principio de precaución en este caso (Foster et al., 2004). El uso excesivo o irrazonable de este principio para todo suele ser un tipo de extremismo ambiental (Foster, 2003). Algunos autores (por ejemplo, Eisinger, 2004, con observaciones sobre Foster et

al, 2004) van tan lejos como para afirmar que el principio de precaución puede ser contraproducente, ya que la transferencia del riesgo, en lugar de la prevención de riesgos, es el resultado más probable de la adopción de precauciones muy limitantes, y que por lo tanto suele ser peligrosa en algunas situaciones. Por ejemplo, a la disminución cautelosa de la potencia de transmisión de las antenas de las torres, o sacar torres de puntos no deseados por la población, tiene la consecuencia que el nivel de potencia de los teléfonos celulares aumenta automáticamente, por lo tanto llevando a una exposición aún más grande del usuario.

El consejo actual de la OMS es que *"teniendo en cuenta los niveles de exposición muy bajos y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay evidencia científica convincente de que las débiles señales de RF de estaciones base y redes inalámbricas tengan efectos nocivos para la salud"* (OMS, 2006)

Sin embargo, todo el mundo parece estar más feliz si se toman algunas precauciones. A modo de ejemplo, en Australia y Nueva Zelanda las normas de seguridad tienen una obligación de *"reducir al mínimo la exposición innecesaria o incidental a la RF, y que se debe adaptarla a la consecución de los objetivos de servicio o a los requisitos del proceso, siempre que esto puede ser fácilmente logrado con costos moderados"*

Se hacen muchas demandas sociales para fortalecer las medidas preventivas para grupos específicos, como niños y ancianos, o lugares que se consideran "anormalmente sensibles", tales como hospitales y escuelas. De hecho, la percepción de que esa es una necesidad imperativa ha producido muchas leyes hechas por supuestos intentos de proteger a los grupos especiales, como mediante la imposición de una distancia mínima entre estos sitios y estaciones bases cercanas. Esta es una forma de comportamiento irracional, porque los argumentos son basados en aspectos culturales, emocionales y políticos, pero no científicos (Vecchia, 2005).

Los límites de exposición, tales como las desarrolladas por ICNIRP, y otras normas de protección locales se impusieron con el fin de proteger a todos, ya sean usuarios o no usuarios, los trabajadores o el público en general, incluidos los grupos y lugares especiales. Estos límites, como se describe en el siguiente capítulo, se obtienen objetivamente a partir de datos extraídos de una base científica amplia y se han probado extensivamente, manteniéndose sin cambios durante los últimos 25 años, sin justificación científica para un cambio hasta ahora.

Los fabricantes de teléfonos móviles han respondido a las preocupaciones de la comunidad indicando en algunos países cuales son los valores SAR de sus teléfonos móviles a fin de que este sea un factor de elección del consumidor. Del mismo modo, las políticas para el intercambio entre las torres de diferentes operadores representan una posición de prudencia de los operadores de móviles.

Desde el gobierno, una posible respuesta a la preocupación pública es llevar a cabo inspecciones periódicas de la distribución de densidades de potencia alrededor de las antenas instaladas, y proporcionar la mayor información posible a ese respecto para la comunidad, como lo hizo, por ejemplo, la Agencia de Protección de la Salud del Reino Unido (http://www.nrpb.org/hpa/radio_surveys/), o la agencia correspondiente de Australia, ARPANSA (<http://www.arpansa.gov.au/>). Un ejemplo interesante en Brasil es la ciudad de Americana, en São Paulo, donde se realizó una encuesta de CPqD (Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones Campinas <http://www.cpqd.com.br/monitor/americana/>) que proporciona al público a través de un sitio web la información de la potencia radiada por todas las antenas instaladas en la ciudad, desde la dirección proporcionada por el ciudadano.

Los reglamentos oficiales por lo general requieren mediciones y estimaciones teóricas de los niveles de campos electromagnéticos en torno a las antenas y otras fuentes. La publicación de los resultados puede satisfacer a la gente que vive cerca de estas instalaciones, pero lo que se debe hacer para la mayoría de la población? Por ello, muchas encuestas se llevaron a cabo a gran escala. A partir de los resultados de dichos estudios, todos los ciudadanos podrían idealmente identificar los valores de campo cerca de sus hogares.

En la práctica, estas encuestas han demostrado ser muy costosas si se realizan en toda la ciudad o en las carreteras, aun más se hay que instalar un monitor permanente para la adquisición de datos en cada uno de los centenares de sitios. Una alternativa a esto fue propuesta por un laboratorio de la Universidad de Córdoba en Argentina (Taborda et al. 2006), quien desarrolló un método de medición basado en vehículos en movimiento, por lo cual se añaden a los valores de campo los datos del GPS, a fin de la asignación de ubicación del local donde ocurren los niveles de radiación. Estos datos pueden ser proporcionados para consultas, junto con mapas de la ciudad, imágenes de satélite o ubicación de servicios específicos de telecomunicaciones. Una ventaja adicional es que este método permite la detección de las instalaciones desconocidas o no declarada, sólo hay que establecer el rango de medición de los campos, y adoptar una gama de colores falsos que se asignará a cada punto de medición.

El ARPANSA fue más allá y, desde julio de 2003, abrió el primer registro centralizado de Australia de quejas acerca de la salud y la radiación electromagnética, abriendo así las puertas para la comunicación bidireccional entre la comunidad y la agencia del gobierno. Este registro recoge los informes de problemas de salud supuestamente causados por la exposición a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz. El registro no se limita a los transmisores de equipos de telecomunicaciones y de radio, sino que incluye los informes relacionados con las fuentes tales como líneas eléctricas, dispositivos de por calentamiento por inducción de RF, hornos microondas y otros equipos industriales y científicos que producen los campos electromagnéticos.

El énfasis en el Reino Unido ha sido la de hacer pública la información detallada sobre el tipo y la ubicación de las torres (ver: <http://www.sitefinder.ofcom.org.uk/>) para promover un diálogo efectivo entre los planificadores operadores, y la comunidad en relación con las decisiones sobre la ubicación de futuras instalaciones. En Italia, la Fondazione Ugo Bodoni ha establecido una red nacional de monitoreo de frecuencias de radio emitidas por antenas de telefonía móvil (<http://www.monitoraggio.fub.it/>).

Como se mencionó anteriormente, la justificación para invocar el principio de precaución es la incertidumbre científica sobre un riesgo ambiental. La verdadera razón de esto, sin embargo, puede ser - y son a menudo - políticas. La percepción del riesgo puede llegar a ser un disparador para la acción preventiva.

Las experiencias reportadas por Weidemann y Schultz (2005) tuvieron como objetivo probar dos hipótesis opuestas sobre el impacto de las medidas cautelares en las actitudes de riesgo y las creencias relacionadas. La primera hipótesis fue que las medidas de precaución para aumentar la confianza en la gestión de riesgos, que en última instancia resultaría en el público asociarla a un menor riesgo percibido. La hipótesis alternativa era la posibilidad de que las medidas de precaución deberían considerarse como un indicio de que el riesgo puede ser real. Por lo tanto, el riesgo percibido podría aumentar en lugar de disminuir. Los resultados de este estudio fueron que las medidas cautelares aplicadas con la intención de tranquilizar a la población sobre los riesgos potenciales de los CEM parecen producir el efecto contrario, o sea, que amplificarían la percepción de los riesgos

y preocupaciones acerca de qué motivo fue lo que llevó a la activación de medidas cautelares.

El llamamiento a una mayor adopción de medidas cautelares se han incrementado en todos los países, sobre todo después de la implantación generalizada de las tecnologías 3G, a pesar de la falta de evidencia de un riesgo para la salud. Muchos sostienen que las normas internacionales de seguridad tales como IEEE e ICNIRP ya son intrínsecamente medidas cautelares:

"El principio de precaución es difícil de definir, y no hay acuerdo general en cuanto a cómo deben aplicarse. Sin embargo, hay un argumento fuerte de que las medidas de precaución no se debe aplicar en ausencia de datos científicos fiables y razonamiento lógico que apuntan a un posible peligro para la salud. También hay evidencia experimental de que el consejo de precaución aumenta la preocupación pública. Se argumenta que los patrones de exposición conservadores, las características técnicas que minimicen riesgos innecesarios, las investigaciones en curso, el examen periódico de las normas, y la disponibilidad de información al consumidor sobre las comunicaciones móviles son inherentemente medidas de precaución y de sentido común que puede ser adoptados por los individuos, los gobiernos y la industria a fin de abordar las preocupaciones del público, garantizando que las redes de comunicaciones móviles se desarrollan para el beneficio de la sociedad."(Dolan y Rowley, 2009)

La comunicación con el público

Suponiendo que el público en general no está suficientemente informada sobre el tema CEM y la salud, el curso obvio de acción a tomar es proporcionar a las personas con la mayor cantidad de información posible (Vecchia. 2004). Naturalmente, la información de una parte interesada, tales como la industria de las telecomunicaciones es tomada con desconfianza por el público. Por el contrario, las agencias gubernamentales, institutos de investigación o universidades de prestigio pueden ser mejor aceptadas, siempre que no tengan vínculos financieros con las empresas involucradas.

Además de los muchos métodos existentes, se optó por tres parámetros para evaluar la comunicación con el público, con diversos grados de eficacia.

En primer lugar, el sistema más popular y moderno a utilizar es el de Internet. Es barato y de fácil acceso, a pesar de que la accesibilidad web no se distribuye uniformemente entre los países de América Latina y es ciertamente más limitada que en Europa o los EE.UU. Por otra parte, es relativamente pasiva, la información siempre estará ahí, pero no son necesariamente alcanzadas por el público. Ella también tiene la desventaja de llegar a una pequeña parte de la población que ya está bien informado (en Brasil, por ejemplo, sólo el 20% de la población en su conjunto tiene acceso a Internet. En otros países de América Latina, la proporción puede variar para más o para menos.

Un segundo método consiste en organizar eventos para llegar información al público no profesional, sobre todo en lugares donde ha habido situaciones de conflicto. (Vanelli et al., 2006) Una experiencia de este tipo en la Argentina se puede describir como: 1) situación de conflicto con la urgencia de implementar una campaña de medición para asegurar al público que cada fuente de CEM (antena) está dentro de la regulación 2) una

presentación pública de los resultados, 3) preguntas para los expertos en la medición por parte del público, seguida de un debate, 4) desarrollo de un estándar.

Más de 40 presentaciones con esta estructura, con una duración promedia de 1-2 horas, seguidas de intensos debates y la distribución de un FAQ (Frequently Asked Questions) se han organizado en un período de dos años en una variedad de lugares tanto en las capitales de provincia como en pequeños pueblos con menos de 1.000 habitantes, de modo que se ha podido acumular una experiencia suficiente para ofrecer algunas conclusiones. El método es muy eficaz para "neutralizar" el conflicto por varias razones: en primer lugar, el proyecto fue realizado por un laboratorio de investigación de una universidad provee una alta credibilidad científica y independencia, y en segundo lugar, independientemente de cómo se informó el público en la conferencia, nada puede contribuir a la satisfacción de las personas mejor que el contacto de primera mano con los expertos y, por último, las presentaciones muestrearán los resultados de las mediciones realizadas alrededor del punto de reunión unos pocos días antes.

De hecho, no es útil mostrar la disposición de los resultados de las mediciones tomadas lejos de la comunidad (en otras ciudades, por ejemplo, o incluso en el extranjero) es más útil todavía mostrar el resultado de las mediciones realizadas cerca de ellos en sus propias comunidades. Hay un problema, todavía: cómo las apariciones personales de los especialistas son las más eficaces para lograr un buen impacto sobre el público, esto desafortunadamente requiere un gran número de expertos para llevar a cabo numerosas mediciones en toda la zona! Si bien lograríamos hallar muchos expertos en comunicación, incluso con doctorado, no es tan fácil de hallar entre ellos la capacidad de comunicarse con los laicos en términos sencillos. La conclusión obvia es que este método es válido sólo para algunos puntos de una región.

Un tercer método de técnicas de comunicación que se podría llamar "volver a lo básico". Además de Internet, los medios de comunicación ofrecen una amplia selección de herramientas para la radiodifusión. La televisión sigue siendo uno de los vehículos más populares de información, aunque los campos electromagnéticos y la salud no sean un tema popular de la programación de la televisión. La radio sigue siendo escuchado por grandes segmentos de la población de América Latina, especialmente en las clases D y E, de modo que es un instrumento muy eficaz e influyente de la comunicación, aunque muy poco utilizado en ese sentido.

Casi todas las revisiones de literatura científica incluyen una sección dedicada a la investigación social y comunicación pública. Un resumen representativo es proporcionado por las recomendaciones para la comunicación de riesgos por el Ministerio de Salud Pública y Consumo de España (2002):

- Utilice un lenguaje comprensible y objetiva con el fin de permitir a los ciudadanos a tomar una decisión informada;
- Alerta de que, aun cuando la exposición a campos electromagnéticos puede provenir de muchas fuentes diferentes, el riesgo de las personas expuestas es muy bajo, siempre y cuando cúmplase con los niveles máximos de radiación de conformidad con la normativa vigente;
- La comunidad debe estar informada para poder decidir qué nivel de riesgo está dispuesta a aceptar. Este nivel debe ser lo más pequeño posible, pero de tal manera que todavía pueda garantizar el uso correcto y seguro de las nuevas tecnologías (véase la referencia sobre el papel de la telefonía móvil en el terremoto

de Perú en 2007);

- Informe sobre el alto grado de seguridad proporcionado por las recomendaciones actuales o los reglamentos, ya sean nacional o internacional, sin subestimar los riesgos potenciales, no importa cuán remotos pueden ser;
- Seguir manteniendo una política proactiva en lugar de reactiva, para la disponibilidad de la información, con una actualización constante de los resultados generados por investigaciones en curso y la evolución futura
- Elija el idioma correctamente y con cuidado, esto es un elemento importante en la comunicación con el público, y recomienda un enfoque específico que se utilice con determinados segmentos de la opinión pública como los laicos, periodistas, profesores, etc. (Véase la monografía de la OMS en la comunicación sobre los campos electromagnéticos).

Por ejemplo, MacGregor et al (1998) pusieron a prueba las creencias del público lego acerca de los riesgos de los campos electromagnéticos de muy baja frecuencia (ELF-CEM) sobre la salud, antes y después de leer un folleto, y hallaron que las *“creencias ingenuas que los sujetos tenían sobre los posibles daños causados por la exposición a los CEM, han sido fuertemente influenciado por elementos del contenido específico del folleto.”*

Segmentos Especiales

Además del público en general, no especializado y no-técnico, creemos que otros sectores más especializados de la sociedad deben estar mejor informados acerca de la ciencia de los campos electromagnéticos y la salud. Estos son los médicos en general (médicos laborales, en particular, ya que están involucrados con la salud ambiental y los riesgos de salud causados por los agentes del medio ambiente), los ingenieros y técnicos de salud y seguridad en el trabajo, etc. Para estas profesiones, el mejor enfoque parece ofrecer cursos básicos de información. Sabbatini (2009b) desarrolló el primero curso a distancia de aprendizaje de su tipo en América Latina, específicamente orientado a los profesionales de salud ocupacional, así como varias videoconferencias y videos grabados y disponibles en línea sobre los fundamentos de la CEM y salud, que están disponibles en el Internet. Estos productos fueron desarrollados en respuesta a una encuesta realizada con más de 400 médicos laborales y técnicos y ingenieros que trabajan con seguridad e higiene ocupacional, y que ha indicado que a más del 80% de los encuestados le gustaría asistir a un curso de este tipo (Sabbatini et al , 2010B, presentado para su publicación).

El papel de los gobiernos y organismos internacionales

Hay varios organismos internacionales que se ocupan de la cuestión de las radiaciones no ionizantes y la salud humana, especialmente la IRPA, la OMS y la ICNIRP. La OMS es la única institución de las Naciones Unidas con un mandato claro para fomentar la investigación sobre los posibles efectos de la exposición a las RNI, a través del Proyecto Internacional CEM y Salud, que reúne información y coordina los recursos de otros organismos nacionales e internacionales y institutos de investigación con este enfoque.

Esta acumulación de hechos científicos debería ser remitida al público en general a fin de evitar la preocupación del público respecto a la amplia difusión de las nuevas tecnologías. El hecho es que desafortunadamente muy poca gente visita el sitio del Proyecto de la OMS (<http://www.who.int/peh-emf/en/>). Por lo tanto, las agencias locales deberían contribuir más a su divulgación y los resultados y datos concretos para que la información llegue a un público más amplio. Desafortunadamente, sin embargo, pocos países de América Latina participan en Proyecto Internacional CEM y Salud de la OMS.

¿Cuál es la situación en América Latina sobre el papel de los gobiernos?

La OEA, la Organización de Estados Americanos, el equivalente regional de las Naciones Unidas, reconoció la importancia de las telecomunicaciones y desde hace mucho tiempo ha establecido la CITELE (<http://www.citel.oas.org/>), Comisión Internacional de Telecomunicaciones. CITELE es el principal foro del hemisferio para los gobiernos y el sector privado para atender y coordinar los esfuerzos regionales para desarrollar la Sociedad Global de la Información de acuerdo a los mandatos de la Asamblea General y los mandatos encomendados por los Jefes de Estado y de Gobierno en las Cumbres de las Américas. El Comité se reúne periódicamente, y el trabajo de cada reunión resulta en la compilación de los mejores y más actualizados de los reglamentos y actividades en la industria de las telecomunicaciones en las Américas. En el prólogo a una de las versiones más recientes (CITELE, 2003), Héctor Mario Carril, vicepresidente del Comité Consultivo Permanente II: Radiocomunicaciones incluyendo Radiodifusión, escribió:

"La desregulación creciente de los servicios de telecomunicaciones en las Américas aumentaron el número de empresas que operan y el desarrollo de sistemas de radiocomunicaciones, con el consiguiente aumento de fuentes de CEM. Debido al uso generalizado de estas tecnologías, la preocupación del público ha aumentado y se necesitan más estudios para resolver cualquier duda y para permitir la toma de decisiones sostenible con el fin de preservar la salud pública y mantener una comunicación efectiva entre los ciudadanos, proveedores y autoridades. La comunicación sobre los posibles riesgos ambientales de la tecnología juega un papel importante y debe ser un proceso interactivo de intercambio de información y opiniones entre todas las partes interesadas, científicos, industria, gobierno y ciudadanos. La información científica puede ayudar a la gente a entender los beneficios y posibles complicaciones de los CEM y puede ayudar a los reguladores para evaluar diferentes opciones para la gestión de riesgo y establecer medidas de seguridad que permitan una evaluación de las consecuencias de diferentes decisiones"

Aun cuando el mensaje deja en claro la importancia de proporcionar una buena información de base científica sobre los campos electromagnéticos y la salud del público, estos no fueron proporcionados conjuntamente con las normas en construcción en América Latina en el documento anteriormente citado. También hay cierta reticencia (o tal vez simple negligencia) en el suministro de esta información e informar a la población. Esto se ha observado en el pequeño número de páginas web de los organismos pertinentes de los gobiernos latinoamericanos identificados hasta ahora. Por lo tanto, este mensaje se convierte en una recomendación de lo que debe hacerse, en lugar de una

declaración de lo que realmente está sucediendo.

Ética y Responsabilidad Profesional de los Medios de Comunicación de Masas

Los medios de comunicación, incluyendo radio, televisión e Internet, son la forma más poderosa para capturar la mente e influenciar un gran número de personas. Cuando se realiza correctamente en los medios de comunicación las campañas que utilizan una combinación de varios medios de comunicación a la vez suelen ser muy eficaces. Por ejemplo, en 2004, cuando una prolongada sequía y la falta de inversión de capital en las plantas de energía colocó a Brasil en la incómoda posición de tener que reducir voluntariamente el consumo de energía, el gobierno federal ha lanzado con éxito una campaña en los grandes medios de comunicación, complementando una serie de otros recursos jurídicos, tales como cobro diferenciado del consumo excesivo de energía y el fomento de la sustitución de bombillas incandescentes por fluorescentes, con una mayor duración y menor consumo de energía. El resultado fue una caída abrupta de más del 30% del consumo de energía, que se mantuvo hasta que los embalses hidroeléctricos se llenaran más, unos meses más tarde.

La calidad de la información científica en los medios tradicionales en América Latina es aún muy limitada, con pocas excepciones, y hay una falta de estándares de excelencia. La mayoría de los informes de noticias sobre los efectos de los CEM sobre la salud humana es simplemente una traducción acrítica o la reproducción literal de los comunicados de prensa y trozos de noticias de los medios de comunicación extranjeros y agencias de noticias.

Consultar las fuentes originales de la publicación en revistas científicas raras veces se practica en la prensa, y es prácticamente inexistente en las noticias de televisión y radio, en el sentido de que los periodistas no se refieren a las fuentes originales de la investigación (los periódicos científicos). Por otra parte, es extremadamente pequeño el número de periodistas científicos que tienen la capacidad para recuperar y analizar la literatura y filtrar los artículos respecto a su calidad metodológica.

El papel más importante de medios de comunicación puede ser explicado por comportamientos fundamentales y los problemas psicológicos relacionados con el miedo del público acerca de los efectos sobre la salud de las estaciones base y terminales móviles. El público no es de por sí temeroso del uso de teléfonos celulares, teléfonos inalámbricos y otros dispositivos de comunicación inalámbrica, radio y televisión. Parece que ninguna cantidad de teorías alarmistas, los informes, incluso los muy convincentes, sobre los efectos nocivos de estos aparatos en la salud de los usuarios que venga a disminuir sustancialmente y ampliamente su utilización en la sociedad moderna, mientras que los beneficios reales y percibidos son grandes, irreversibles y muy valoradas por la sociedad en su conjunto. Esto ha sido ampliamente visto en otras áreas, tales como la adopción de los productos y los comportamientos de alto riesgo. Por otra parte, ninguna cantidad de campañas de información y medios de comunicación serán capaces de cambiar la adopción y el uso de teléfonos celulares, computadoras portátiles con WiFi, etc. A menos que los efectos sobre la salud de los ciudadanos eran muy catastróficos, como sucedió con el tabaco, y que tendrían entonces el poder de convencer a la gente que los teléfonos móviles no son necesarios o no se deben usar con tanta intensidad.

Lo que el público parece haber es un poco de temor o sospecha de los efectos potenciales sobre la salud de las torres grandes y muy visibles y antenas externas

(estaciones de base en las torres como Greenfield), que han aparecido de repente en grandes cantidades en el paisaje urbano. Observamos aquí el efecto de la alta visibilidad de algo que representa una gran parte desconocida por la población. Se trata de una especie de miedo a lo desconocido, por lo que las campañas de información y la educación podrían tener un efecto aquí. Por otra parte, es seguro que este temor desaparecerá en el futuro debido a dos factores: el público se acostumbrará a las antenas debido a su ubicuidad (como ocurrió con el cableado en postes de transmisión eléctrica, y transformadores grandes, que se han convertido "invisibles" para la población, que nunca percibe su fea visibilidad; y el hecho de que las antenas de estaciones base se reducen cada vez más en tamaño y llegarán a ser muy discretas (como ya ocurre con los puntos de acceso a redes WiFi y estaciones base de microcélulas) Este miedo ha sido en gran parte alimentado por la prensa y activistas que basan sus puntos de vista más en ideología que en hechos científicos.

Los puntos clave de la responsabilidad de los medios de comunicación son la aceptación acrítica y publicación de lo que simplemente se copia de todas las noticias de la prensa internacional, con la consiguiente difusión de los resultados de los estudios de mala calidad o de los resultados que no han sido confirmados por estudios independientes realizados para la replicación; la ampliación de las declaraciones de los grupos de intereses ideológicos, y la falta de ética periodística, cuando la información que se publica en temas controvertidos, no han consultado con las personas o grupos con opiniones diferentes.

Por lo tanto son necesarias medidas enérgicas y de gran impacto para informar y educar a los periodistas, y para aumentar el debate en curso con los legisladores y el poder judicial, que son muy influyentes en nuestra sociedad, y por lo tanto tendrían la potencial para lograr un mayor impacto.

Creemos que las universidades deben trabajar más duro para producir buenos periodistas especializados en ciencia y tecnología, con una formación variada y multidisciplinar, pero sobre todo capaces de evaluar la calidad de los artículos originales y criticar los resultados publicados.

Investigación Social en América Latina

Por desgracia, todavía son muy pocas referencias sobre investigación en América Latina social y la comunicación con el público en el área de los campos electromagnéticos no ionizantes y la salud. La mayor parte de esta revisión se basó en referencias de los informes de los países de Europa, EE.UU. o en otros países. El único proyecto de investigación en el progreso de nuestra región que se es el ya mencionado "Una evaluación del impacto social de la telefonía móvil en Brasil I., Bienestar, Salud y Seguridad", que lleva adelante el Instituto Edumed, Brasil, pero todavía sin resultados publicados.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Hay una clara necesidad de más investigación sobre los aspectos sociales de los campos electromagnéticos y la salud en los países de América Latina, a lo largo de las líneas de los estudios realizados en Europa, Chile y Brasil. Lo más importante es evaluar

el impacto de las medidas adoptadas, ya sea precaución, reglamentación, o simplemente la comunicación;

2. El público necesita más información. Es sorprendente, por decir lo menos, que, dado el grado de conflicto en el tema de los CEM y la salud, que haga muy pocos intentos para informar al público a través de los medios de comunicación o de Internet en América Latina. Esfuerzo. Obviamente se necesita más en todos los países de América Latina.

3. Un esfuerzo sostenido debe ser facilitado para construir y mantener un sitio web que se convierta en una referencia para la América Latina. Un repositorio de información podría ser mantenido y buscado a través de esfuerzos coordinados en toda la región para establecer y mantener al mismo tiempo una comunicación fluida entre todos los interesados en la materia: los investigadores y profesionales de la biología, ingeniería y medicina, agencias gubernamentales y empresas de telecomunicaciones, etc. De acuerdo con los objetivos iniciales de esta revisión, se deduce que este sitio debe basarse en el consenso de alta calidad científica independiente, gestionada por las agencias gubernamentales o las universidades e institutos de investigación de reconocido prestigio

4. Por último, ha sido bien documentado que los intentos de exceso de celo de los gobiernos para "hacer algo acerca de las preocupaciones de las personas con los campos electromagnéticos y la salud humana" debe ser evaluado cuidadosamente antes de proceder, ya que hay que evitar recomendaciones de precaución excesiva o, peor aún, las normas y ordenanzas locales excesivamente restrictivas para el despliegue de antenas, o la reducción de los límites de exposición establecidos por la OMS, con la idea de ser la seguridad más estricta y más consciente que otros. Esto sólo tiende a aumentar la preocupación, la confusión y la desconfianza hacia el gobierno, en lugar de tranquilizar a la gente.

5. Hay normas diferentes y demasiados en el nivel de los municipios, y eso sólo crea confusión y desconfianza, además de no tener ningún sentido práctico. Por otra parte, la adopción de normas basadas en la ciencia y recomendados por organismos internacionales como la ICNIRP y la OMS para todo el país deben contribuir a una mayor paz y orden jurídico. Las organizaciones internacionales, a su vez, como la ICNIRP y la CITELE deben seguir trabajando duro en la armonización de normas entre los países.

6. Una mayor participación de los organismos gubernamentales de la región en las actividades internacionales, incluyendo el Proyecto Internacional CEM de la OMS sería una buena decisión de pasar un mensaje de atención del gobierno al público sobre el tema y ayudar a aumentar la confianza en las autoridades en este ámbito del conocimiento.

7. También se recomienda que se ofrezcan más talleres y conferencias centradas en el tema, así como varios cursos cortos en portugués y español, especialmente para los grupos de intereses especiales, como los profesionales médicos, periodistas, bioingenieros, técnicos de seguridad e higiene ocupacional, etc. .

ANEXO I - Conceptos Básicos de Epidemiología Clínica

Este anexo tiene por objetivo proporcionar información básica y un resumen de los métodos utilizados en los estudios epidemiológicos, de modo a llevar el lector a entender mejor las investigaciones realizadas en el área de exposición a campos electromagnéticos no ionizantes y la salud humana (capítulo II):

Hay cuatro tipos principales de enfoques metodológicos en los estudios analíticos:

- cohortes
- de casos y controles
- caso-cohorte
- transversal.

Todos esos también pueden ser clasificados como **prospectivos** o **retrospectivos**, es decir, pueden analizar y comparar las personas que han estado expuestas a un agente del medio ambiente segundo los datos de casos anteriores al inicio del estudio (también llamado el enfoque histórico), o los datos se recogen a medida en que avanza el estudio (también llamado el enfoque actual), respectivamente.

Los **estudios de cohortes** recogen sus datos de forma simultánea en dos o más grupos (llamados de cohortes) definidos de acuerdo con la variable de exposición. Todos los grupos se componen de sujetos inicialmente sanos, procedentes de la población por muestreo, y son seguidos durante un período de tiempo. El primer grupo consiste de personas que sin duda han sido o están siendo expuestas a un agente ambiental hipotéticamente implicado en la aparición de una o más enfermedades (llamados de desfechos, o resultados, *outcomes*, en inglés). El segundo grupo (la cohorte de controles) se compone de individuos con características similares a las del primer grupo, pero que no se conoce o no están expuestos al agente de medio ambiente que se enfoca. En pocas palabras, el hecho que el participante ha estado continuamente expuesto a un agente ambiental o no es lo que define la cohorte a que pertenece.

El objetivo de los estudios de cohortes, por lo tanto, es comparar la incidencia de los resultados (el número de nuevos casos que se presentan en un determinado período de tiempo en cada grupo) entre estos dos grupos: los individuos que estuvieron expuestos, y los que no estuvieron expuestos. La extensión de la enfermedad en los estudios de cohorte es la tasa de incidencia, que es la proporción de individuos que desarrollan la enfermedad dentro de un período de tiempo determinado (el número de individuos enfermos, dividido por el número de persona-años de observación). Las tasas de incidencia, después de terminar el período de observación, se calculan por separado para los grupos de sujetos expuestos y no expuestos y se compararon estadísticamente. La medida de asociación entre la exposición y la enfermedad en los estudios de cohortes es el riesgo relativo (RR). El riesgo relativo se obtiene dividiendo la tasa de incidencia del grupo de individuos expuestos por la tasa de incidencia en el grupo control (individuos no expuestos). Un RR de 1,0 significa que la tasa de incidencia es igual entre las personas

expuestas y no expuestas e indica una falta de asociación entre la exposición y la enfermedad, es decir, el hecho de exponer a personas al agente de medio ambiente no afecta la probabilidad de desarrollar la enfermedad. Si el RR es menor que 1, esto significa que la tasa de incidencia de la enfermedad entre los trabajadores expuestos es menor que entre los no expuestos, mientras que un RR por encima de 1,0 indica que las personas están expuestas a un mayor riesgo de desarrollar enfermedad que las personas no expuestas. La magnitud del RR muestra la fuerza de asociación entre la exposición y la enfermedad. Por lo general, se calcula un intervalo de confianza para una probabilidad, es decir, la probabilidad de que el RR se observó dentro de un cierto rango de valores. El IC muestra la precisión de la estimación de la población que se hace de los RR.

Los **estudios de casos y controles**, por otra parte, hacen uso de un enfoque con una lógica inversa de las cohortes, y comienzan por el conocimiento de las personas que tienen o no un desfecho de salud considerado, la meta es recaudar el mayor número de estas personas que desarrollaron la enfermedad (llamado el grupo de casos) y determinar cuantos de ellos fueron efectivamente expuestos a el agente ambiental. Para tener una comparación, las personas que no sufrieran la enfermedad (grupo control), son también evaluadas cuanto a su exposición a el agente ambiental. Los grupos de casos y controles suelen ser pareados (es decir, seleccionados por tener características similares), de acuerdo a una serie de variables que se consideran importantes.

En este tipo de estudio no es posible calcular una tasa de incidencia de la enfermedad en comparación ya que comienza con personas enfermas como definición de los grupos casos y grupos controles. Por lo tanto, se utiliza otra medida de asociación, que es la **razón de chances** (*odds ratio*, en Inglés). El *odds ratio* (OR) es generalmente una buena estimación del riesgo relativo para las enfermedades raras, y se obtiene dividiendo-se la probabilidad (*odds*) de la exposición en los individuos que desarrollaron la enfermedad (casos), por la probabilidad de exposición en los individuos que no estaban enfermos. Así como en el RR, la OR con un valor de uno indica que no hay asociación entre la enfermedad y la exposición. Valores menores o mayores que uno indican una asociación negativa o positiva, respectivamente.

Ambos enfoques tienen sus propios problemas metodológicos en términos de las variables de confusión, las fuentes de sesgo, la cuantificación del grado verdadero de exposición, la identificación de efectos, etc, a fin de calificar la pertinencia científica y solidez de las pruebas procedentes de estudios epidemiológicos.

Dado que se trata esencialmente de los métodos de observación, son potencialmente sujetos a los efectos de factores externos que pueden sesgar los resultados. Las variables de confusión se refieren a cualquier variable de estudio, al mismo tiempo es un factor de riesgo para la enfermedad en estudio y se asocia con la exposición en estudio, pero no es una de sus consecuencias (Meirik, 2007). Hay varias maneras de controlar o ajustar factores de confusión como la estratificación (es decir, una subdivisión en grupos según la presencia o ausencia de estos factores), la aleatorización (se espera que distribuya a las variables de confusión que no se conocen entre las distintas cohortes), el análisis multivariado (que toma en cuenta estas variables en el modelo estadístico), y finalmente, una estrategia de apareamiento, es decir, de ver que los sujetos de ambos grupos de comparación sean lo más similares posible entre si cuanto a todas las variables conocidas, a excepción de las variables de estudio, como la edad y el sexo.

El sesgo, por el contrario, es un error sistemático en el diseño, conducción, o análisis de un estudio que provoque una estimación errónea del efecto de la exposición sobre el riesgo de la enfermedad. Hay varias fuentes de sesgo en los estudios epidemiológicos,

como el sesgo de selección, sesgo de recuerdo, sesgo, la representación, etc

Los sesgos y las variables de confusión son potencialmente presentes en un estudio y deben ser identificados y comprendidos lo mas temprano posible en el diseño de las observaciones, para que sean compensadas o pos-ajustadas con el fin de evitar la distorsión de las inferencias estadísticas que inevitablemente surgirán, e que podrían eventualmente invalidar algunas o todas las conclusiones del estudio.

La decisión de utilizar los estudios de cohortes o de casos/controles depende de muchos factores y es un problema complejo (Meirik, 2007). Los estudios de cohorte son las investigaciones de la exposición de RF y la salud metodológicamente más sólidas, pero presentan algunos problemas, tales como la necesidad de un gran número de participantes cuando se investiga una enfermedad con una prevalencia muy baja, y son difíciles de realizar cuando hay una latencia muy larga entre la exposición y la aparición de la enfermedad, cuando hay cambios en los patrones de exposición durante el período de recolección de los datos, y cuando hay una alta tasa de pérdida de seguimiento de los participantes. Todo esto también hace que los estudios de cohortes duren mucho tiempo e sean muy caros.

La mayoría de estudios epidemiológicos sobre RF y salud adopta un diseño de casos y controles (Leitgeb, 2006), como en el famoso Proyecto Interphone. La razón es que los estudios de casos y controles son más fáciles, más rápidos y menos costosos de realizar, se pueden estudiar las enfermedades raras con latencias largas, y puede trabajar con un número menor de casos y controles. Sin embargo, también tienen algunas desventajas para la investigación de la exposición a RF: son muy afectados por varios sesgos, tales como los de notificación, de memoria y de selección. Los errores sistemáticos suelen ser más altos, sobre todo en estudios retrospectivos, que son la mayoría, y sufren de serios problemas de validación de la intensidad de la exposición en el pasado, pues a menudo es difícil o imposible de resolver de manera adecuada.

Por último, la inducción de las relaciones causales entre los estudios estadísticos epidemiológicos implica una serie de requisitos (Hill, 1969). Según lo descrito por este científico, Bradford Hill, son nueve:

1. Fuerza de la asociación;
2. Consistencia intra-e inter-estudios;
3. Especificidad la asociación;
4. Secuencia temporal (procesión de causa y efectos);
5. Existencia una relación dosis-respuesta;
6. Plausibilidad biológica, física y química;
7. Coherencia biológica;
8. Apoyo por los datos experimentales;
9. Analogía con otras asociaciones similares en las relaciones de causa-efecto.

A este respecto, Bradford Hill declaró que *"ninguno de mis nueve puntos aporta pruebas irrefutables a favor o en contra de la hipótesis de causa-efecto y no se puede exigir eso como condición sine qua non"*.

ANEXO II: Conceptos básicos en el diseño de estudios experimentales

A diferencia de los estudios epidemiológicos, los estudios experimentales permiten manipular las variables independientes de estudios. En el campo de CEM y salud humana, hay varias abordajes experimentales *in vitro* e *in vivo*, incluso los experimentos con seres humanos (estudios de desafío), que tienen como objetivo probar la existencia de una relación de causa y efecto. Sus métodos son más simples y más robustos con respecto a los sesgos, controles y otras cuestiones metodológicas.

Las investigaciones más comunes en biología experimental utilizan los siguientes tipos de diseños:

Diseños de auto-control: este tipo de experimento, se registra una línea de base de la variable dependiente, en condiciones normales, con todas las asignaturas en el patrón de la misma situación. Luego, los sujetos experimentales son expuestos a agentes ambientales (por ejemplo, RF emitidos). La variable dependiente se mide otra vez y se comparan estadísticamente con el período anterior a la intervención (línea base). Por lo tanto, los sujetos son los controles por sí mismo, lo que facilita la comparación de pares o comparaciones antes y después de la irradiación. Este tipo de diseño proporciona una evidencia no muy fuerte, ya que algunas variables no controladas pueden actuar al mismo tiempo con la radiación. Los sesgos también puede ocurrir para tratar de influir en un post-hoc puede ser operativo y es difícil de detectar.

Diseños controlados: en este tipo de experimento se logra una mayor fuerza de evidencia, añadiéndose a el grupo experimental un grupo control distinto, que debe ser lo más similar posible al grupo experimental, con la excepción de que no reciben la intervención experimental, o ella es ficticia . El poder estadístico es también mucho mayor que en los dibujos de auto-control, pero puede haber diferencias no deseadas entre los grupos experimental y control (por ejemplo, un ruido imperceptible de acompañamiento cuando se inicia la irradiación de RF efectiva, pero no en el grupo ficticio).

Diseño aleatorio y ciego: se trata de un diseño experimental que añade una mejora considerable con el fin de evitar el sesgo de selección, al adicionarse un procedimiento de aleatorización (los sujetos son asignados al azar a al grupo experimental o de control), y el uso de ceguera, que puede ser simple o doble. En el primer caso, el experimentador no sabe que grupo de sujetos se está evaluando. En el segundo, si el sujeto es humano, no sabe a qué grupo pertenece: el experimental o el control.

Diseño cruzado: para evitar los efectos de confusión de las diferentes variables están presentes en los grupos experimentales y de control, y con el fin de mantener el poder estadístico y la comodidad de los diseños controlados, los diseños cruzados alternativamente presentan los sujetos a las condiciones experimentales y de control, siempre que se le da tiempo suficiente para que los efectos experimentales, en su caso, terminen de sufrir sus efectos potenciales. Este diseño tiene problemas si los efectos sobre la variable de estudio son irreversibles o tardan mucho tiempo en desaparecer.

Referencias Bibliográficas

- Aalto S, Haarala C, Brück A, Sipilä H, Hämäläinen H, Rinne JO. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2006 Jul;26(7):885-90.
- AAMI: Technical Information Report (TIR) 18, Guidance on Electromagnetic Compatibility of Medical Devices for Clinical/Biomedical Engineers, 1997.
- AFSSET: Perception du risque et participation du public. *Rapport Téléphonie Mobile & Santé* (juin 2005) pp 97-98
- Ahamed VI, Karthick NG, Joseph PK. Effect of mobile phone radiation on heart rate variability. *Comput Biol Med.* 2008 Jun;38(6):709-12.
- Ahlbom A, Bridges J, de Seze R, Hillert L, Juutilainen J, Mattsson MO, Neubauer G, Schüz J, Simko M, Bromen K. Possible effects of electromagnetic fields (EMF) on human health--opinion of the scientific committee on emerging and newly identified health risks (SCENIHR). *Toxicology.* 2008 Apr 18;246(2-3):248-50.
- Ahlbom A, Feychting M, Green A, Kheifets L, Savitz DA, Swerdlow AJ; ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk: a review. *Epidemiology.* 2009 Sep;20(5):639-52.
- Ahlbom A, Green AC, Kheifets L, Savitz DA, Swerdlow A J; ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. Epidemiologic evidence on mobile phones and risk of cancer, 2009, *Epidemiology*
- Alanko T, Hietanen M. Occupational exposure to radiofrequency fields in antenna towers. *Radiat Prot Dosimetry.* 2007;123(4):537-9.
- ANATEL Brazilian National Agency of Telecommunications, Approval of Exposure Limits to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields in the Radiofrequency Band between 9 kHz and 300 GHz Resolution N° 303 (2002a), http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/biblioteca/resolucao/2002/res_303_2002.pdf
- ANATEL, Brazilian National Agency of Telecommunications, Regulation on Limiting of Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields in the Radiofrequency Band between 9 kHz and 300 GHz, Annex to Resolution N° 303 (2002b),

http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/biblioteca/resolucao/2002/anexo_res_303_2002.pdf

- Anderson V, Rowley J. Measurements of skin surface temperature during mobile phone use. *Bioelectromagnetics*. 2007 Feb;28(2):159-62.
- Anghileri, L. J. Mayayo, E. Domingo J. L. and Thouvenot, P. Radiofrequency-induced carcinogenesis: cellular calcium homeostasis changes as a triggering factor, *Int. J. Radiat. Biol.*, Vol. 81, No. 3, pp. 205 – 209, 2005
- ANSI (American National Standards Institute): Technical Report C63.18-1997, Recommended practice for an on-site, ad hoc test method for estimating radiated electromagnetic immunity of medical devices to specific radio-frequency transmitters <http://www.fda.gov/cdrh/emc/NewDocs.html> .
- Armitage P & Doll R. Stochastic models for carcinogenesis. *Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (Neiman, J., Editor), 1961. Available at: <http://books.google.com.br/books?id=owhwipCllgkC>
- ASEP: National Authority for Public Services (ASEP) of Panama, Transient Measures Related to the Installation of Infrastructure and Towers for Telecommunication Public Services, Radio and Television (2008) (in Spanish), http://190.34.186.22/telec/digidocs/resol_AN_2161-Telecom.pdf
- Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS. Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology*. 2002 May;13(3):356-9.
- Auvinen A, Toivo T, Tokola K. Epidemiological risk assessment of mobile phones and cancer: where can we improve? *Eur J Cancer Prev*. 2006 Dec;15(6):516-23.
- Balbani AP, Montovani JC. Mobile phones: influence on auditory and vestibular systems. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2008 Jan-Feb;74(1):125-31. Review. Erratum in: *Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed)*. 2008 Mar-Apr;74(2):319.
- Bamiou DE, Ceranic B, Cox R, Watt H, Chadwick P, Luxon LM. Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: a case-control study. *Bioelectromagnetics*. 2008 Feb;29(2):108-17.
- Barbaro V, Bartolini P, Donato A, Militello C, Altamura G, Ammirati F, Santini Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients? *Pacing Clin Electrophysiol*. 1995 Jun;18(6):1218-24.
- Barnett, J.; Timotijevic, L.; Shepherd, R.; Senior, V.: Public responses to precautionary information from the Department of Health (UK) about possible health risks from mobile phones. *Health Policy* 82 (2007) 240-250
- Barnett, J.; Timotijevic, L.; Vassallo, M.; Shepherd, R.: Precautionary advice about mobile phones: public understandings and intended responses. *Journal of Risk Research*, 11(4), June 2008, 525-540.
- Bautsch H, Granger J, Karnjate T, Khan F, Leveston Z, Niehus G, Ward T: An

Investigation Of Mobile Phone Use: A Socio-Technical Approach. IE 449 – Socio-technical Systems in Industry – Summer Session 2001

- Bellieni CV, Acampa M, Maffei M, Maffei S, Perrone S, Pinto I, Stacchini N, Buonocore G. Electromagnetic fields produced by incubators influence heart rate variability in newborns. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2008 Jul;93(4):F298-301.
- Berg G, Schüz J, Samkange-Zeeb F, Blettner M. Assessment of radiofrequency exposure from cellular telephone daily use in an epidemiological study: German Validation study of the international case-control study of cancers of the brain-- INTERPHONE-Study. J Expo Anal Environ Epidemiol. 2005 May;15(3):217-24.
- Berg G, Spallek J, Schüz J, Schlehofer B, Böhler E, Schlaefer K, Hettinger I, Kunnarass K, Wahrendorf J, Blettner M; Interphone Study Group, Germany. Occupational exposure to radio frequency/microwave radiation and the risk of brain tumors: Interphone Study Group, Germany. Am J Epidemiol. 2006 Sep 15;164(6):538-48.
- Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, Bornkessel C, Reis U, Potthoff P, Schüz J. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. Occup Environ Med. 2009 Feb;66(2):124-30.
- Bergqvist U and Vogel E (1997) Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic field. A report prepared by a European group of experts for the European Commission, DGV. Arbete och Hälsa, 1997:19. Swedish National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden. ISBN 91-7045-438-8.
- Besset A, Espa F, Dauvilliers Y, Billiard M, de Seze R. No effect on cognitive function from daily mobile phone use. Bioelectromagnetics. 2005 Feb;26(2):102-8.
- Blettner M, Heuer C, Razum O. Critical reading of epidemiological papers: a guide. Eur J Pub Health 2001;11: 97-101.
- Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schüz J, Berg-Beckhoff G. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. Occup Environ Med. 2009 Feb;66(2):118-23. Epub 2008 Nov 18.
- Bolivian Telecommunications Superintendency , Technical Standard “Human Exposure Limits for Radiofrequency Electromagnetic Fields”, Administrative Regulatory Resolution 2002/0313 (2002), http://200.105.130.251/Portals/0/Regulacion/EST_limite_exposicion.pdf
- Bonneux L. [Electromagnetic fields: damage to health due to the nocebo effect]. Ned Tijdschr Geneesk. 2007 Apr 28;151(17):953-6.
- Bortkiewicz A, Pilacik B, Gadzicka E, Szymczak W. The excretion of 6-hydroxymelatonin sulfate in healthy young men exposed to electromagnetic fields

emitted by cellular phone -- an experimental study. *Neuro Endocrinol Lett.* 2002 Apr;23 Suppl 1:88-91.

- Boyle J. Wireless technologies and patient safety in hospitals. *Telemed J E Health.* 2006 Jun;12(3):373-82.
- Braune S, Wrocklage C, Raczek J, Gailus T, Lücking CH. Resting blood pressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field. *Lancet.* 1998 Jun 20;351(9119):1857-8.
- Breckenkamp J, Berg G, Blettner M. Biological effects on human health due to radiofrequency/microwave exposure: a synopsis of cohort studies. *Radiat Environ Biophys.* 2003 Oct;42(3):141-54.
- Breckenkamp J, Berg-Beckhoff G, Münster E, Schüz J, Schlehofer B, Wahrendorf J, Blettner M. Feasibility of a cohort study on health risks caused by occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields. *Environ Health.* 2009 May 29;8:23.
- Breckenkamp J, Neitzke HP, Bornkessel C, Berg-Beckhoff G. Applicability of an exposure model for the determination of emissions from mobile phone base stations. *Radiat Prot Dosimetry.* 2008;131(4):474-81. Epub 2008 Aug 2.
- Breslow, N.E.; Day, N.E.: *Statistical Methods in Cancer Research. Vol I: The Analysis of Case Control Studies.* IARC Scientific Publication No. 12, 1980.
- Bruni, R.; Dujovne, D.; Vanella, O.; Taborda, R.: *Evaluación de radiación electromagnética de fuentes no naturales.* Congreso de Bioingeniería SABI2003, Córdoba, Argentina (2003)
- Burgess, A.: *The making of the risk-centred society and the limits of social risk research.* *Health, Risk & Society*, December 2006; 8 (4):329-342 – Routledge Publishing
- Burgess, A.: *Cellular Phones, Public Fears, and a Culture of Precaution.* Cambridge University Press, 2003
- Burgess, A.: *Comparing national responses to perceived health risks from mobile phone masts; Health, Risk & Society*, 4 (2), 2002
- Cabral, SCB; Mühlen, SS. Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos ocasionada por telefone celular (Eletromagnetic interference on eletromedical equipment caused by cellular telephones) *Rev. bras. eng. biomed;*18(3):141-149, set.-dez. 2002.
- Calcagnini G, Censi F, Floris M, Pignalberi C, Ricci R, Biancalana G, Bartolini P, Santini M. Evaluation of electromagnetic interference of GSM mobile phones with pacemakers featuring remote monitoring functions. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2006 Apr;29(4):380-5.

- Calcagnini G, Censi F, Triventi M, Mattei E, Bartolini P. Electromagnetic immunity of infusion pumps to GSM mobile phones: a systematic review. *Ann Ist Super Sanita.* 2007;43(3):225-8.
- Calvo, PC; Escobar, A; Pinedo, C. Interferencia electromagnética en equipos médicos debida a equipos de comunicación inalámbrica (Electromagnetic interference on medical devices due to wireless communication equipments). *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia N.º 46* pp. 90-100. Diciembre, 2008.
- Cardis E, Richardson L, Deltour I, Armstrong B, Feychting M, Johansen C, Kilkenny M, McKinney P, Modan B, Sadetzki S, Schüz J, Swerdlow A, Vrijheid M, Auvinen A, Berg G, Blettner M, Bowman J, Brown J, Chetrit A, Christensen HC, Cook A, Hepworth S, Giles G, Hours M, Iavarone I, Jarus-Hakak A, Klæboe L, Krewski D, Lagorio S, Lönn S, Mann S, McBride M, Muir K, Nadon L, Parent ME, Pearce N, Salminen T, Schoemaker M, Schlehofer B, Siemiatycki J, Taki M, Takebayashi T, Tynes T, van Tongeren M, Vecchia P, Wiart J, Woodward A, Yamaguchi N. The INTERPHONE study: design, epidemiological methods, and description of the study population. *Eur J Epidemiol.* 2007;22(9):647-64.
- Censi F, Calcagnini G, Triventi M, Mattei E, Bartolini P. Interference between mobile phones and pacemakers: a look inside. *Ann Ist Super Sanita.* 2007;43(3):254-9.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC): About Cancer Clusters. Available at the Internet; <http://www.cdc.gov/nceh/clusters/about.htm>
- Chou, C-K. Guy, A. W. Kunz, L. L. Johnson, R. B. Crowley J. J. and Krupp J. K., Long-term low-level microwave irradiation of rats, *Bioelectromagnetics*, vol. 13, pp. 469 - 496, 1992
- Christensen HC, Schüz J, Kosteljanetz M, Poulsen HS, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Johansen C. Cellular telephones and risk for brain tumors: a population-based, incident case-control study. *Neurology.* 2005 Apr 12;64(7):1189-95.
- Christensen HC, Schüz J, Kosteljanetz M, Poulsen HS, Thomsen J, Johansen C. Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma. *Am J Epidemiol.* 2004 Feb 1;159(3):277-83.
- Cifuentes, L.; Bronfman, N.: Risk Perception in a Developing Country: The case of Chile. *Journal of Risk Analysis*, 23 (6), 2003
- Cinel C, Boldini A, Russo R, Fox E. Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task. *Bioelectromagnetics.* 2007 Sep;28(6):493-6.
- Cinel C, Russo R, Boldini A, Fox E. Exposure to mobile phone electromagnetic fields and subjective symptoms: a double-blind study. *Psychosom Med.* 2008 Apr;70(3):345-8.
- CITELE: Aspectos Técnicos y Regulatorios Relativos a los Efectos de las Emisiones Electromagnéticas No Ionizantes, June 2006

- Clifford KJ, Joyner KH, Stroud DB, Wood M, Ward B, Fernandez CH. Mobile telephones interfere with medical electrical equipment. *Australas Phys Eng Sci Med.* 1994 Mar;17(1):23-7.
- Coates, H. (2001). Mobile Phone Users: A Small-Scale Observational Study. Available at: <http://www.aber.ac.uk/media/Students/hec9901.html>
- Communications Secretariat, National Standard of Safety for Compulsory Application to All the Telecommunication Systems that Irradiates at some Frequencies, Resolution N° 530 SC/2000, http://www.cnc.gov.ar/espectro/pdf/sc0530_00.pdf
- CONAM: Peruvian National Council for Environment, Environmental Quality Standards for Non Ionizing Radiation (ECAs- RNI) [0-300 GHz], Supreme Decree 010-2005-PCM (2005), http://www.conam.gob.pe/documentos/N_ECAs_LMPs/Aprueban%20Estándares%20de%20Calidad%20Ambiental.pdf
- CONATEL: Ecuatorian National Telecommunications Council, Regulation on Protection Against Non- ionizing Radiation Generated by using Radio Electric Spectrum, Resolution 01-01-CONATEL-2005 (2005), <http://www.suputel.gov.ec/radiaciones/respaldos/REGLAMENTO%20RNI.pdf>
- Corso, JF: Age and sex differences in pure-tone thresholds. Survey of hearing levels from 18 to 65 years. *Arch Otolaryngol.* 1963 Apr;77:385-405.
- Covello, V. (1991). Risk comparisons and risk communication: Issues and problems in comparing health and environmental risks (pp 79-124). In R. Kasperson & P. Stallen (Eds.), *Communicating risks to the public.* Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Croft RJ, McKenzie RJ, Inyang I, Benke GP, Anderson V, Abramson MJ. Mobile phones and brain tumours: a review of epidemiological research. *Australas Phys Eng Sci Med.* 2008 Dec;31(4):255-67.
- Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L, Cristiani R, D'Inzeo G, Bertini M. Time-course of electromagnetic field effects on human performance and tympanic temperature. *Neuroreport.* 2004 Jan 19;15(1):161-4.
- Curcio G, Ferrara M, Limongi T, Tempesta D, Di Sante G, De Gennaro L, Quaresima V, Ferrari M. Acute mobile phones exposure affects frontal cortex hemodynamics as evidenced by functional near-infrared spectroscopy. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2009 May;29(5):903-10.
- Curcio G, Ferrara M, Moroni F, D'Inzeo G, Bertini M, De Gennaro L. Is the brain influenced by a phone call? An EEG study of resting wakefulness. *Neurosci Res.* 2005 Nov;53(3):265-70.
- Curcio G, Valentini E, Moroni F, Ferrara M, De Gennaro L, Bertini M. Psychomotor performance is not influenced by brief repeated exposures to mobile phones.

Bioelectromagnetics. 2008 Apr;29(3):237-41

- D'Andrea JA, Adair ER, de Lorge JO. Behavioral and cognitive effects of microwave exposure. *Bioelectromagnetics*. 2003;Suppl 6:S39-62.
- D'Andrea JA, Chou CK, Johnston SA, Adair ER. Microwave effects on the nervous system. *Bioelectromagnetics*. 2003;Suppl 6:S107-47.
- D'Costa H, Trueman G, Tang L, Abdel-rahman U, Abdel-rahman W, Ong K, Cosic I. Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones. *Australas Phys Eng Sci Med*. 2003 Dec;26(4):162-7.
- D'Inzeo, G. Reports on theoretical mechanisms and their plausibility, including experimental/epidemiological evidence, computer models and explicit evaluation of contrary argument. *EMF-NET Report D-41*, European Community Sixth Framework Programme, March 2009. Available at: http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/doc/Reports/D41_Reports%20on%20theoretical%20mechanisms%20.pdf
- Dang BP, Nel PR, Gjevre JA. Mobile communication devices causing interference in invasive and noninvasive ventilators. *J Crit Care*. 2007 Jun;22(2):137-41.
- De Seze R, Ayoub J, Peray P, Miro L, Touitou Y. Evaluation in humans of the effects of radiocellular telephones on the circadian patterns of melatonin secretion, a chronobiological rhythm marker. *J Pineal Res*. 1999 Nov;27(4):237-42.
- Deltour I, Johansen C, Auvinen A, Feychting M, Klæboe L, Schüz J. (2009). Time trends in brain tumor incidence rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003. *Natl Cancer Inst*. 101(24):1721-4.
- Deorah S, Lynch CF, Sibenaller ZA, Ryken TC. Trends in brain cancer incidence and survival in the United States: Surveillance, Epidemiology, and End Results Program, 1973 to 2001. *Neurosurg Focus*. 2006 Apr 15;20(4):E1.
- Dewhirst MW, Lora-Michiels M, Viglianti BL, Dewey WC, Repacholi M. Carcinogenic effects of hyperthermia. *Int J Hyperthermia*. 2003 May-Jun;19(3):236-51.
- Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology*. 2008 Jul;19(4):523-9.
- Djeridane Y, Touitou Y, de Seze R. Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men. *Radiat Res*. 2008 Mar;169(3):337-43.
- Dolan M, Rowley J. (2009): The precautionary principle in the context of mobile phone and base station radio frequency exposures. *Environ Health Perspect*. 117:1329–1332
- Doll R, Peto R, Boreham J, Sutherland I. Mortality in relation to smoking: 50 years' observations on male British doctors. *BMJ*. 2004 Jun 26;328(7455):1519..

- Donner J :Research Approaches to Mobile Phone Use in the Developing World: A Review of the Literature. [<http://www.jonathandonner.com/donner-mobrev.pdf>]
- Drake, F.: Mobile phone masts: protesting the scientific evidence; Public Understanding of Science, 15 (4), 387-410 (2006)
- Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. JAMA. 1999 Nov 17;282(19):1814-6.
- Eberhardt JL, Persson BR, Brun AE, Salford LG, Malmgren LO. Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Electromagn Biol Med. 2008;27(3):215-29.
- Elder JA Survival and cancer in laboratory mammals exposed to radiofrequency energy. Bioelectromagnetics. 2003;Suppl 6:S101-6.
- Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, Mirshekar-Syahkal D, Rasor P, Deeble R, Fox E. Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study. Environ Health Perspect. 2007 Nov;115(11):1603-8.
- Elwood JM. Epidemiological studies of radio frequency exposures and human cancer. Bioelectromagnetics. 2003;Suppl 6:S63-73.
- European Commission Joint Research Centre IHCP 2nd Workshop on EMF risk communication: Effective Risk Communication in the context of uncertainty" Stresa, ITALY - May 2nd, 3rd and 4th 2007 – (Institute for Health and Consumer Protection), European Information System on EMF <http://web.jrc.ec.europa.eu/eis-emf/stresa2007.cfm>
- FDA: Federal Drugs Administration: Electromagnetic Compatibility - FDA/CDRH Recommendations for EMC/EMI in Healthcare Facilities (available at <http://www.fda.gov/cdrh/emc/emc-in-hcf.html>)
- FDA: Federal Drugs Administration: Electromagnetic compatibility standard for medical devices MDS-201-004. Rockville. BMD Publication. 1979. pp. 1-28.
- FCC Federal Communications Commission (FCC), Evaluating compliance with FCC Guidelines for human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields- OET Bulletin 65 (1997), http://www.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet65/oet65.pdf
- Fernández Banizi, P; Vidal, L; Montenegro, JL; Banina Aguerre, D; Vanerio, G; Antunes, S; Fiandra, D; Fiandra, HÁ; Lupano, D; Fiandra, O. Interferencias electromagnéticas en pacientes con marcapasos y cardiodesfibriladores implantados (Electromagnetic interference in patients with pacemakers and implanted cardiodefibrillator). Rev. med. Urug; 20(2):150-160, ago. 2004.

- Ferreira AR, Bonatto F, de Bittencourt Pasquali MA, Polydoro M, Dal-Pizzol F, Fernández C, de Salles AA, Moreira JC. Oxidative stress effects on the central nervous system of rats after acute exposure to ultra high frequency electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*. 2006 Sep;27(6):487-93.
- Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernández CE, de Salles AA, Ferreira HB, Moreira JC. Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. *Life Sci*. 2006 Dec 3;80(1):43-50
- Ferreira, ASA; Pivotto, LG; Horvath, AR. Interferências eletromagnéticas em portadores de marcapasso: fontes exógenas Electromagnetic interferences in patients with pacemakers: exogenous sources. *Rev. bras. marcapasso arritmia*;1(1):39-46, dez. 1988.
- Foster KR, Repacholi MH. Biological effects of radiofrequency fields: does modulation matter? *Radiat Res*. 2004 Aug;162(2):219-25.
- Foster KR, Vecchia P, Repacholi MH. Risk management. Science and the precautionary principle. *Science*. 2000 May 12;288(5468):979-81.
- Foster, K.: The precautionary principle: common sense or environmental extremism, *IEEE Technology and Society Magazine*, Winter 2002/2003.
- Francis J, Niehaus M. Interference between cellular telephones and implantable rhythm devices: a review on recent papers. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2006 Oct 1;6(4):226-33.
- Frei P, Mohler E, Neubauer G, Theis G, Burgi A, Frohlich J, Braun-Fahrlander C, Bolte J, Egger M, Roosli M. Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields. *Environ Res* 2009;109:779-785.
- Fritz, K. Sommer, C. Schmitz, B. Mies, G. Hossmann, K. A. Kiessling M. and Wiessner, C. Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat, *Acta Neuropathol.*, vol. 94, pp. 465 - 470, 1997
- Fritzer G, Göder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, Hinze-Selch D, Aldenhoff JB. Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects. *Bioelectromagnetics*. 2007 May;28(4):316-25.
- Gail, MH; Bénichou, J: *Encyclopedia of Epidemiologic Methods*. Wiley, 2001. Available partially at: <http://books.google.com/books?id=xnUhowd7Cd8C>
- Gauch, PRA; Halperin, C; Galvão Filho, SS; Paola, AAV; Mateos, JCP; Martinelli Filho, M; Costa, R; Pimenta, J; Medeiros, PTJ; Brito, MR; Greco, OT. Orientações a respeito das interferências sobre marcapassos cardíacos / Orientations regarding artificial pacemaker interferences *Arq. bras. cardiol*; 68(2):135-142, Fev .1997.

- German Federal Office for Radiation Protection : Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks - Bericht 2003 bis 2006 - Abschlussbericht für BfS (Bundesamt für Strahlenschutz).
- Geser H :Towards a Sociological Theory of the Mobile Phone. *Soziologisches Institut der Universität Zurich* 2004. [http://socio.ch/mobile/index_mobile.htm]
- Gilsogamo, AP: TNS realiza pesquisa sobre preferências de usuários de celular. MobilePedia. 21 de janeiro de 2010. Available at: <http://www.mobilepedia.com.br/noticias/tns-realiza-pesquisa-sobre-preferencias-de-usuarios-de-celular>
- Gladman AS, Lapinsky SE. Wireless technology in the ICU: boon or ban? *Crit Care*. 2007;11(5):165.
- Gofman, JW: *Radiation-Induced Cancer from Low-Dosage Radiation: An Independent Analysis..* CNR, 1990. Available at: <http://www.ratical.org/radiation/CNR/RIC/contentsF.html>
- Goldstein LS, Dewhirst MW, Repacholi M, Kheifets L. Summary, conclusions and recommendations: adverse temperature levels in the human body. *Int J Hyperthermia*. 2003 May-Jun;19(3):373-84.
- Granlund-Lind, R.; Lind, J. Black on White: Voices and Witnesses about Electro-Hypersensitivity. The Swedish Experience. 2nd Internet Edition, 3.Oct.2004.
- Grimes DA; Schulz KF.; Bias and causal associations in observational research. *Lancet*, 2002, vol. 359, 9302: 248-252
- Gurisik E, Warton K, Martin DK, Valenzuela SM. An in vitro study of the effects of exposure to a GSM signal in two human cell lines: monocytic U937 and neuroblastoma SK-N-SH. *Cell Biol Int*. 2006 Oct;30(10):793-9.
- Ha M, Im H, Lee M, Kim HJ, Kim BC, Gimm YM, *et al.* Radio-frequency radiation exposure from AM radio transmitters and childhood leukemia and brain cancer. *Am J Epidemiol* 2007; 166:270-9.
- Haarala C, Aalto S, Hautzel H, Julkunen L, Rinne JO, Laine M, Krause B, Hämäläinen H. Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study. *Neuroreport*. 2003 Nov 14;14(16):2019-23.
- Haarala C, Bergman M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H. Electromagnetic field emitted by 902 MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function. *Bioelectromagnetics*. 2005;Suppl 7:S144-50.
- Haarala C, Björnberg L, Ek M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H. Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. *Bioelectromagnetics*. 2003 May;24(4):283-8.

- Haarala C, Ek M, Björnberg L, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H. 902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans. *Bioelectromagnetics*. 2004 Sep;25(6):452-6.
- Haarala C, Takio F, Rintee T, Laine M, Koivisto M, Revonsuo A, Hämäläinen H. Pulsed and continuous wave mobile phone exposure over left versus right hemisphere: effects on human cognitive function. *Bioelectromagnetics*. 2007 May;28(4):289-95. P
- Haddon, L., Gournay, C. d., Lohan, M., Ostlund, B., Palombini, I., Sapio, B. and Kilegran, M. (2002) From Mobile to Mobility: The Consumption of ICTs and Mobility in Everyday Life. The Cost269 Mobility Workgroup. [Http://www.cost269.org](http://www.cost269.org)
- Hamblin DL, Croft RJ, Wood AW, Stough C, Spong J. The sensitivity of human event-related potentials and reaction time to mobile phone emitted electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*. 2006 May;27(4):265-73.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases. *Pathophysiology*. 2009 Aug;16(2-3):113-22. .
- Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Hansson Mild K. Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours. *Int J Oncol*. 2008 May;32(5):1097-103.
- Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH, Morgan LL. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occup Environ Med*. 2007 Sep;64(9):626-32.
- Hardell L, Carlberg M. Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. *Int J Oncol*. 2009 Jul;35(1):5-17.
- Hardell L, Mild KH, Carlberg M. Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours. *Int J Radiat Biol*. 2002 Oct;78(10):931-6.
- Hazinski, T. A., Chatterton, H. T., Angell, M., Kassirer, J. P. (1995). Which Research Results Should the Public Believe?. *NEJM* 332: 963-964
- Hayes DL, Wang PJ, Reynolds DW, Estes M 3rd, Griffith JL, Steffens RA, Carlo GL, Findlay GK, Johnson CM. Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones. *N Engl J Med*. 1997 May 22;336(21):1473-9.
- Heinrich JKR, Campanhol C, Franco VCO, Rodrigues RM, Lins MG: 00 MHz (AMPS, CDMA) exposure to human lymphocytes and analysis of chromosome aberrations; Technical Report (unpublished).
- Hepworth SJ, Schoemaker MJ, Muir KR, Swerdlow AJ, van Tongeren MJ, McKinney PA. Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study. *BMJ*. 2006 Apr 15;332(7546):883-7. Epub 2006 Jan 20.

- Hermini, AH. Metodologia para avaliação da interferência eletromagnética conduzida em equipamentos eletrônicos utilizados em procedimentos cirurgicos / Methodology for evaluation of the electromagnetic interference conducted in electronic equipment utilized in surgical procedures In: Schiabel, H; Slaets, AFF; Costa, LF; Baffa Filho, O; Marques, PMA. Anais do III Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde. São Carlos, s.n, 1996. p.101-2,
- Hill AB. (1965). The environment and disease: association or causation? *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 58, 295-300.
- Hinrikus H, Parts M, Lass J, Tuulik V. Changes in human EEG caused by low level modulated microwave stimulation. *Bioelectromagnetics*. 2004 Sep;25(6):431-40.
- Hocking B, Westerman R. Neurological effects of radiofrequency radiation. *Occup Med (Lond)*. 2003 Mar;53(2):123-7.
- Hossmann KA, Hermann DM. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system. *Bioelectromagnetics*. 2003 Jan;24(1):49-62.
- Hours M, Bernard M, Montestrucq L, Arslan M, Bergeret A, Deltour I, Cardis E. [Cell Phones and Risk of brain and acoustic nerve tumours: the French INTERPHONE case-control study]. *Rev Epidemiol Sante Publique*. 2007 Oct;55(5):321-32.
- Huber R, Treyer V, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A, Achermann P. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J Sleep Res*. 2002 Dec;11(4):289-95.
- Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. *Eur J Neurosci*. 2005 Feb;21(4):1000-6.
- ICNIRP: International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection: Possible Health Risks to the General Public from the Use of Security and Similar Devices. Concerted Action QLK4-1999-01214 funded by the Fifth Framework Programme of the European Commission, Quality of Life Programme, Key Action 4: "Environment and Health, Health Impact of Electromagnetic Fields", Working Group "Interference with Medical Devices". 2000.
- ICNIRP: International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection. 6th International Non-Ionizing Radiation Workshop, jointly promoted by ICNIRP and the Brazilian Ministry of Science and Technology, Rio de Janeiro, Brazil, 14 to 17 October 2008 - <http://www.icnirp.de/NIR2008/NIR2008.htm>
- ICNIRP: International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz). *Health Phys* 74(4): 494-522, (1998).
- ICNIRP International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection: ICNIRP statement on the "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric,

magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". Health Phys. 2009 Sep;97(3):257-8.

- IEC: International Electrotechnical Commission, IEC IS 62209-1 Ed. 1.0 Human Exposure to Radio Frequency Fields from Hand-held and Body-mounted Wireless Communication Devices - Human Models, Instrumentation, and Procedures - Part 1: Procedure to Determine the Specific Absorption Rate (SAR) for Hand-held Devices used in Close Proximity to the Ear (Frequency Range of 300 MHz to 3 GHz) (2004)
- IEGPM: Independent Experts Group on Mobile Telephony. Mobile Phones and Health (The Stewart Report), 2000. Available on the Internet: <http://www.iegmp.org.uk/report/text.htm>
- Inomata-Terada S, Okabe S, Arai N, Hanajima R, Terao Y, Frubayashi T, Ugawa Y. Effects of high frequency electromagnetic field (EMF) emitted by mobile phones on the human motor cortex. Bioelectromagnetics. 2007 Oct;28(7):553-61.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure Levels to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz, IEEE Standard C95.1, IEEE, New York (2006).
- Inter American Telecommunication Commission, Rapporteur Group on the Technical and Regulatory Aspects Related to the Effects of Electromagnetic Non-Ionizing Emissions, <http://www.citel.oas.org/ccp2-radio/Rapporteur-No%20Ionizing.asp>
- Irlenbusch L, Bartsch B, Cooper J, Herget I, Marx B, Raczek J, Thoss F. Influence of a 902.4 MHz GSM signal on the human visual system: investigation of the discrimination threshold. Bioelectromagnetics. 2007 Dec;28(8):648-54.
- Irrnich W, Batz L, Müller R, Tobisch R. Electromagnetic interference of pacemakers by mobile phones. Pacing Clin Electrophysiol. 1996 Oct;19(10):1431-46.
- Irvine N. Definition, Epidemiology and Management of Electrical Sensitivity: Report for the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency. 2005. Available: http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/hpa_rpd_reports/2005/hpa_rpd_010.pdf.
- ISO: International Standards Organization: ISO Technical Report TR 21730:2005 Health informatics - use of mobile wireless communication and computing technology in healthcare facilities, 2005.
- ITU: International Telecommunications Union, Guidance on Complying with Limits for Human Exposure to Electromagnetic Fields, Series K: Protection against Interference, Recommendation K.52 (2004), <http://www.itu.int/rec/T-REC-K.52-200412-I/en>

- Johansen C, Boice J Jr, McLaughlin J, Olsen J. Cellular telephones and cancer--a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst.* 2001 Feb 7;93(3):203-7.
- Johansen C, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Christensen HC, Olsen JH. Mobile phones and malignant melanoma of the eye. *Br J Cancer.* 2002 Feb 1;86(3):348-9.
- Jones RP, Conway DH. The effect of electromagnetic interference from mobile communication on the performance of intensive care ventilators. *Eur J Anaesthesiol.* 2005 Aug;22(8):578-83.
- Kainz W, Alesch F, Chan DD. Electromagnetic interference of GSM mobile phones with the implantable deep brain stimulator, ITREL-III. *Biomed Eng Online.* 2003 May 7;2:11.
- Kainz W, Neubauer G, Alesch F, Schmid G, Jahn O. Electromagnetic compatibility of electronic implants--review of the literature. *Wien Klin Wochenschr.* 2001 Dec 17;113(23-24):903-14.
- Kan P, Simonsen SE, Lyon JL, Kestle JR. Cellular phone use and brain tumor: a meta-analysis. *J Neurooncol* 2008; 86:71-8.
- Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, van Deventer E. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics.* 2005 Aug;116(2):e303-13.
- Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data. *Surg Neurol.* 2009 Mar 26
- Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R. Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on event related potentials and cognitive functions. *Bioelectromagnetics.* 2008 Sep;29(6):488-97.
- Kohli DR, Sachdev A, Vats HS. Cell phones and tumor: Still in no man's land. *Indian J Cancer.* 2009 Jan-Mar;46(1)5-12.
- Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. *Neuroreport.* 2000 Jun 5;11(8):1641-3
- Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmäki L, Laine M, Hämäläinen H. Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. *Neuroreport.* 2000 Feb 7;11(2):413-5.
- Krause CM, Pesonen M, Haarala Björnberg C, Hämäläinen H. Effects of pulsed and continuous wave 902 MHz mobile phone exposure on brain oscillatory activity during cognitive processing. *Bioelectromagnetics.* 2007 May;28(4):296-308.
- Krewski D, Glickman BW, Habash RW, Habbick B, Lotz WG, Mandeville R, Prato FS, Salem T, Weaver DF. Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2001-2003. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2007 Jun-Jul;10(4):287-318.

- Kundi M, Hutter HP. Mobile phone base stations-Effects on wellbeing and health. *Pathophysiology*. 2009 Aug;16(2-3):123-35.
- Kundi M, Mild K, Hardell L, Mattsson MO. Mobile telephones and cancer—a review of epidemiological evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2004 Sep-Oct;7(5):351-84.
- Kundi M. Causality and the interpretation of epidemiologic evidence. *Environ Health Perspect*. 2006 Jul;114(7):969-74.
- Kundi M. The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer. *Environ Health Perspect*. 2009 Mar;117(3):316-24.
- Lacohe, H.; Wakeford, N.; Pearson, I. A Social History of the Mobile Telephone with a View of its Future. *BT Technology Journal* Volume 21 , Issue 3 (2003) Pages: 203 – 211, 2003
- Lahkola A, Auvinen A, Raitanen J, Schoemaker MJ, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Lönn S, Swerdlow AJ, Tynes T, Salminen T. Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. *Int J Cancer*. 2007 Apr 15;120(8):1769-75.
- Lahkola A, Salminen T, Auvinen A. Selection bias due to differential participation in a case-control study of mobile phone use and brain tumors. *Ann Epidemiol*. 2005 May;15(5):321-5.
- Lahkola A, Salminen T, Raitanen J, Heinävaara S, Schoemaker MJ, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Lönn S, Swerdlow AJ, Tynes T, Auvinen H Meningioma and mobile phone use—a collaborative case-control study in five North European countries. *Int J Epidemiol*. 2008 Dec;37(6):1304-13.
- Lahkola A, Tokola K, Auvinen A. Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. *Scand J Work Environ Health*. 2006 Jun;32(3):171-7.
- Lapinsky SE, Easty AC. Electromagnetic interference in critical care. *J Crit Care*. 2006 Sep;21(3):267-70.
- Lawrentschuk N, Bolton DM. Mobile phone interference with medical equipment and its clinical relevance: a systematic review. *Med J Aust*. 2004 Aug 2;181(3):145-9.
- Lönn S, Ahlbom A, Christensen HC, et al. (2006) Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *Am J Epidemiol* 164:637–43
- Lönn S, Ahlbom A, Christensen HC, Johansen C, Schüz J, Edström S, Henriksson G, Lundgren J, Wennerberg J, Feychting M. Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *Am J Epidemiol*. 2006 Oct 1;164(7):637-43.
- Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology*. 2004 Nov;15(6):653-9.

- Lönn S, Forssén U, Vecchia P, Ahlbom A, Feychting M. Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. *Occup Environ Med*. 2004 Sep;61(9):769-72.
- Loughran SP, Wood AW, Barton JM, Croft RJ, Thompson B, Stough C. The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep. *Neuroreport*. 2005 Nov 28;16(17):1973-6.
- MacGregor, D.; Slovic, P.; Granger, M.: Perception of risks from EMF: a psychometric evaluation of a risk-communication approach. *Risk Analysis*, 14 (5), 1994
- Mann K, Röschke J. Sleep under exposure to high-frequency electromagnetic fields. *Sleep Med Rev*. 2004 Apr;8(2):95-107.
- Marino, C (Chairman): Report on new epidemiological studies on static fields, ELF, intermediate frequencies, and RF EMF-Net. Project no. SSPE-CT-2004-502173: EMF-NET: Effects of the exposure to electromagnetic fields: from science to public health and safer workplace. 2009, Available on the Internet: <http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/doc/reports/>
- Marino, C (Chairman): Reports on cancer related projects at cellular and molecular level (genotoxicity, cell differentiation, apoptosis, gene expression, etc.). EMF-Net. Project no. SSPE-CT-2004-502173: EMF-NET: Effects of the exposure to electromagnetic fields: from science to public health and safer workplace, 2008. Available on the Internet: <http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/doc/reports/>
- Marino, C (Chairman): Reports on cancer- related projects (bioassay, transgenic study, promotion study). EMF-Net. Project no. SSPE-CT-2004-502173: EMF-NET: Effects of the exposure to electromagnetic fields: from science to public health and safer workplace, 2007. Available on the Internet: <http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/doc/reports/>
- Martens L. Electromagnetic safety of children using wireless phones: a literature review. *Bioelectromagnetics*. 2005;Suppl 7:S133-7.
- Martha, C.; Griffet, J: Brief report: How do adolescents perceive the risks related to cell-phone use? *J Adolesc* 2007; 30 (3): 513 – 521
- Marur S, Forastiere AA. Head and neck cancer: changing epidemiology, diagnosis, and treatment. *Mayo Clin Proc*. 2008 Apr;83(4):489-501.
- Mateos, J. C. P; Cardinalli Neto, A; Machado, J. R; Silva Júnior, O; Miziara, L. J; Melo, C. S. A interferência do telefone celular sobre os marcapassos permanentes / Cellular telephone effects on the permanent pacemaker. *Rev. bras. latinoam. marcapasso arritmia*; 9(1):32-6, jan.-abr. 1996
- Merritt, J. H. Chamness A. F. and Allen, S. J. Studies on blood-brain barrier permeability after microwave radiation, *Rad. Environ. Biophys.*, vol. 15, pp. 367 - 377, 1978

- Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, Brüggemeyer H, Philipp J, Blettner M, *et al.* Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of television and radio broadcast transmitters. *Am J Epidemiol* 2008; 168:1169-78.
- MHRA: DB1999(02): Emergency service radios and mobile data terminals: compatibility problems with medical devices (available at <http://www.mhra.gov.uk/Publications/Safetyguidance/DeviceBulletins/CON007355>).
- MHRA: DB9702: Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications (available at <http://www.mhra.gov.uk/Publications/Safetyguidance/DeviceBulletins/CON007365>).
- MHRA: Mobile Communication Interference (available at <http://www.mhra.gov.uk/Safetyinformation/Generalsafetyinformationandadvice/Technicalinformation/Mobilecommunicationsinterference/index.htm>).
- Michels, S.: 911 Lines Cope With Prank Calls From Old Cell Phones. ABC News, July 6, 2007. Available on the Internet: <http://abcnews.go.com/TheLaw/story?id=3350003&page=1>
- Mild KH, Repacholi MH, van Deventer E, Ravazzani P (Editors) Electromagnetic Hypersensitivity. Proceedings of the International Workshop on EMF Hypersensitivity, Prague, Czech Republic, October 25-27, 2004. Available on the Internet: http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/EHS_Proceedings_June2006.pdf
- Ministerio de Sanidad y Consumo: Campos Electromagnéticos y Salud Pública – Informe técnico elaborado por el comité de expertos, Ministerio de Sanidad y Consumo, España, 2002, pp 29-34 and 39-42
- Ministry of Communications of Colombia, For Adopting Human Exposure Limits to Electromagnetic Fields, Decree Number 195 (2005), http://www.mincomunicaciones.gov.co/mincom/src/user_docs/Archivos/normatividad/2005/Decretos/D0195d2005.pdf
- Ministry of Public Health and Social Action, Approval of the Standard for the Exposures to Radiofrequency between 100 kHz and 300 GHz, Resolution N° 202/95, http://www.cnc.gov.ar/espectro/pdf/ms0202_95.pdf
- Ministry of Transports and Communications, Maximum Permissible Limits on Non Ionizing Radiations from Telecommunications, Supreme Decree 038-2003-MTC, .Official Newspaper “El Peruano”, Lima (2003).
- Morgan RW, Kelsh MA, Zhao K, Exuzides KA, Heringer S, Negrete W. Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems. *Epidemiology*. 2000 Mar;11(2):118-27.
- Morgan LL. (2009) Estimating the risk of brain tumors from cellphone use: Published case-control studies. *Pathophysiology* 16(2-3):137-47.

- Morrissey JJ. Mobile phones in the hospital: improved mobile communication and mitigation of EMI concerns can lead to an overall benefit to healthcare. *Health Phys.* 2004 Jul;87(1):82-8.
- Morrissey JJ. Radio frequency exposure in mobile phone users: implications for exposure assessment in epidemiological studies. *Radiat Prot Dosimetry.* 2007;123(4):490-7. Epub 2007 Jan 9.
- Moulder JE, Foster KR, Erdreich LS, McNamee JP. Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review. *Int J Radiat Biol.* 2005 Mar;81(3):189-203.
- Muratore, C; Rabinovich, R; Baranchuk, A; Carballido, R; Sosa Liprandi, A. Interferencia electromagnética de la telefonía celular sobre cardiodesfibriladores implantables / Electromagnetic interference of the cellular phones on the implantable cardioverter defibrillators *Rev. argent. cardiol;* 66(3):317-20, mayo-jun. 1998.
- Muscat JE, Hinsvark M, Malkin M. Mobile telephones and rates of brain cancer. *neuroepidemiology.* 2006;27(1):55-6.
- Nam KC, Kim SW, Kim SC, Kim DW. Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones. *Bioelectromagnetics.* 2006 Oct;27(7):509-14.
- National Telecommunications Commission (CONATEL), Administrative Providence, Safety Conditions against Radiofrequency Emissions from Fixed Radioelectric Stations in the Range of 3 kHz to 300 GHz (2005), http://www.conatel.gov.ve/downloads/marco_legal/RNM%20PA-Limites%20Exp-Gaceta%20Oficial.zip
- Navarro, EA, Segura, M, Portolés, M. De Mateo, CG: The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 22(2 & 3):161-169, 2003.
- Neitzke HP, Osterhoff J, Peklo K, Voigt H. Determination of exposure due to mobile phone base stations in an epidemiological study. *Radiat Prot Dosimetry.* 2007;124(1):35-9.
- Neubauer G, Feychting M, Hamnerius Y, Kheifets L, Kuster N, Ruiz I, Schüz J, Uberbacher R, Wiart J, Rössli M. Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations. *Bioelectromagnetics.* 2007 Apr;28(3):224-30.
- Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, Brun A, Persson BR, Salford LG, Eberhardt J. Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. *Bioelectromagnetics.* 2008 Apr;29(3):219-32.
- NSW Health Department: Guideline Circular no. GL2005_045 Mobile Phones and Wireless Communication Devices, Interference with Medical Equipment, Use Of, available at http://www.health.nsw.gov.au/policies/GL/2005/pdf/GL2005_045.pdf)

- Oberto, G. Rolfo, K. Yu, P. Carbonatto, M. Peano, S. Kuster, N. Eber S. and Tofani, S. Carcinogenicity Study of 217 Hz Pulsed 900 MHz Electromagnetic Fields in Pim-1 Transgenic Mice, *Radiation Research*, Vol. 168, Pg. 316 - 326, 2007
- Ohmoto Y, Fujisawa H, Ishikawa T, Koizumi H, Matsuda T, Ito H. Sequential changes in cerebral blood flow, early neuropathological consequences and blood-brain barrier disruption following radiofrequency-induced localized hyperthermia in the rat. *Int J Hyperthermia*. 1996 May- Jun;12(3):321-34.
- Ohmoto, Y. Fujisawa, H. Ishikawam T. Koizumi, H.. Matsuda T and Ito, H. Sequential changes in cerebral blood flow, early neuropathological consequences and blood-brain barrier disruption following radiofrequency-induced localized hyperthermia, *Int. J. Hyperthermia*, vol. 12, pp. 321 - 334, 1996
- Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Kapareliotis E, Kontoangelos KA, Capsalis CN, Rabavilas AD, Soldatos CR. Acute mobile phone effects on pre-attentive operation. *Neurosci Lett*. 2006 Apr 10-17;397(1-2):99-103.
- Pocock SJ, Collier TJ, Dandreo KJ, de Stavola BL, Goldman MB, Kalish LA, Kasten LE, McCormack VA. Issues in the reporting of epidemiological studies: a survey of recent practice. *BMJ* 2004;329: 883-7. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC523109/>
- Röösl M. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review. *Environ Res*. 2008 Jun;107(2):277-87.
- Otto M, von Mühlendahl KE. Electromagnetic fields (EMF): do they play a role in children's environmental health (CEH)? *Int J Hyg Environ Health*. 2007 Oct;210(5):635-44.
- Oysu C, Topak M, Celik O, Yilmaz HB, Sahin AA. Effects of the acute exposure to the electromagnetic field of mobile phones on human auditory brainstem responses. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2005 Oct;262(10):839-43.
- Paraguayan Ministry of Health and Social Welfare, Decree N° 10071, Approval of Maximum Permissible Limits (LMP) for Human Exposure to Non- Ionizing Radiations. (2007) <http://www.presidencia.gov.py/decretos/D10071.pdf>
- Parazzini M, Brazzale AR, Paglialonga A, Tognola G, Collet L, Moulin A, Lutman ME, Bell SL, Thomas NA, Uloziene I, Uloza V, Thuroczy G, Tavartkiladze G, Tsalighopoulos M, Kyriafinis G, Ravazzani P. Effects of GSM cellular phones on human hearing: the European project "GUARD". *Radiat Res*. 2007 Nov;168(5):608-13.
- Parazzini M, Ravazzani P, Tognola G, Thuróczy G, Molnar FB, Sacchettini A, Ardesi G, Mainardi LT. Electromagnetic fields produced by GSM cellular phones and heart rate variability. *Bioelectromagnetics*. 2007 Feb;28(2):122-9.
- Parslow RC, Hepworth SJ, McKinney PA. Recall of past use of mobile phone

handsets. *Radiat Prot Dosimetry*. 2003;106(3):233-40.

- Pau HW, Sievert U, Eggert S, Wild W. Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ? *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005 Jan;132(1):43-9.
- Peters , O.; ben Allouch, S, Always connected: a longitudinal field study of mobile communication, *Telematics and Informatics*, v.22 n.3, p.239-256, August 2005
- Preece AW, Georgiou AG, Dunn EJ, Farrow SC. Health response of two communities to military antennae in Cyprus. *Occup Environ Med*. 2007 Jun;64(6):402-8.
- Preece AW, Goodfellow S, Wright MG, Butler SR, Dunn EJ, Johnson Y, Manktelow TC, Wesnes K. Effect of 902 MHz mobile phone transmission on cognitive function in children. *Bioelectromagnetics*. 2005;Suppl 7:S138-43.
- Preece AW, Hand JW, Clarke RN, Stewart A. Power frequency electromagnetic fields and health. Where's the evidence? *Phys Med Biol*. 2000 Sep;45(9):R139-54.
- Preece AW, Iwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, Lim E, Varey A. Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. *Int J Radiat Biol*. 1999 Apr;75(4):447-56.
- Presidency of the Republic of Brasil, Law N° 11.934, Establishing limits on human exposure a electric , magnetic, electromagnetic fields; modification to Law no 4.771 from September 15th, 1995 and other provisions.
ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe_eletronico/2009/iels.mai.09/iels82/U_LE-11934_050509.pdf
- Repacholi MH Radiofrequency field exposure and cancer: what do the laboratory studies suggest? *Environ Health Perspect*. 1997 December; 105(Suppl 6): 1565–1568.
- Repacholi MH, Ahlbom A. Link between electromagnetic fields and childhood cancer unresolved. *Lancet*. 1999 Dec 4;354(9194):1918-9.
- Repacholi MH. Do we know enough about EMF-induced health effects? *J Radiol Prot*. 1998 Sep;18(3):161-2.
- Repacholi MH. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics*. 1998;19(1):1-19.
- Repacholi MH. Radiofrequency field exposure and cancer: what do the laboratory studies suggest? *Environ Health Perspect*. 1997 Dec;105 Suppl 6:1565-8.
- Repacholi, M. H. Basten, A. Gebesk, V. Noonan, D. Finnie J. and Harris, A. W., Lymphomas in transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields, *Radiat. Res.*, vol. 147, pp. 631 - 640, 1997.

- Repacholi, M. H.; Cardis, E. Criteria for EMF health risk assessment. *Rad. Protect. Dosim.* 72:305–312; 1997.
- Ribeiro E. P., Rhoden E. L., Horn M. M., Lima L. P., Toniolo L.: Effects of subchronic exposure to radio frequency from a conventional cellular telephone on testicular function in adult rats *J Urology*, (2006) 177:395-399.
- Rööslü M, Frei P, Mohler E, Hug K Systematic review on the health effects of radiofrequency electromagnetic field exposure from mobile phone stations (submitted, 2010)
- Rööslü M, Huss A. Mobile phone base station exposure and symptoms. *Environ Health Perspect.* 2008 Feb;116(2):A62-3
- Rööslü M, Michel G, Kuehni CE, Spoerri A. Cellular telephone use and time trends in brain tumour mortality in Switzerland from 1969 to 2002. *Eur J Cancer Prev.* 2007 Feb;16(1):77-82.
- Rööslü M, Rapp R, Braun-Fahrländer C. [Radio and microwave frequency radiation and health--an analysis of the literature]. *Gesundheitswesen.* 2003 Jun;65(6):378-92.
- Rööslü M. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review. *Environ Res.* 2008 Jun;107(2):277-87.
- Rothman KJ, Chou CK, Morgan R, Balzano Q, Guy AW, Funch DP, Preston-Martin S, Mandel J, Steffens R, Carlo G. Assessment of cellular telephone and other radio frequency exposure for epidemiologic research. *Epidemiology.* 1996 May;7(3):291-8.
- Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): An updated systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics.* 2010 Jan;31(1):1-11.
- Ruskin KJ. Communication devices in the operating room. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2006 Dec;19(6):655-9.
- Russo R, Fox E, Cinel C, Boldini A, Defeyter MA, Mirshekar-Syahkal D, Mehta A. Does acute exposure to mobile phones affect human attention? *Bioelectromagnetics.* 2006 Apr;27(3):215-20.
- Sabbatini, R.M.E.: *Telefonia celular móvel e saúde.* Instituto Edumed, Brazil, 2007
- Sabbatini, R.M.E., Kitamura, S.; Batista, AR: *A Survey of Experience, Knowledge and Opinions of Occupational Health Professionals Related to Health Effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields in Brazil 2008* (submitted)
- Sabbatini, R.M.E: *An Assessment of the Social Impact of Mobile Telephony in Brazil. I. Health and Security. A Field Observation Study* (2009a). Submitted.

- Sabbatini, R.M.E.: Development of an Internet-Based Course on Non-Ionizing Radiofrequency Fields and Human Health. 2010 (Submitted)
- Sabbatini, R.M.E.: Efeitos da Exposição da População a Campos Eletromagnéticos Não Ionizantes de Antenas da Telefonia Celular. Edumed Institute, Unpublished Manuscript (2010).
- Sadetzki S, Chetrit A, Jarus-Hakak A, Cardis E, Deutch Y, Duvdevani S, Zultan A, Novikov I, Freedman L, Wolf M. Cellular phone use and risk of benign and malignant parotid gland tumors--a nationwide case-control study. *Am J Epidemiol*. 2008a Feb 15;167(4):457-67.
- Sadetzki S, Oberman B, Mandelzweig L, Chetrit A, Ben-Tal T, Jarus-Hakak A, Duvdevani S, Cardis E, Wolf M. Smoking and risk of parotid gland tumors: a nationwide case-control study. *Cancer*. 2008b May 1;112(9):1974-82.
- Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect*. 2003 Jun;111(7):881-3.
- Salford, LG; Brun, A; Eberhardt, JL; Parsson, BR. Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave, and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. *Bioelectrochem. Bioenerg*. 30: 293-301, 1993.
- Samkange-Zeeb F, Berg G, Blettner M. Validation of self-reported cellular phone use. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2004 May;14(3):245-8.
- Samuel, J, Niraj S, Hadingham, S. 2007. Mobile communications in South Africa, Tanzania, and Egypt: Results from community and business surveys. Moving the Debate Forward: The Vodafone Policy Paper Series #3 2005
http://www.vodafone.com/etc/medialib/attachments/cr_downloads.Par.78351.File.tmp/GPP_SIM_paper_3.pdf.
- Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. [Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex]. *Pathol Biol (Paris)*. 2002 Jul;50(6):369-73.
- Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. [Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors]. *Pathol Biol (Paris)*. 2003 Sep;51(7):412-5.
- Santomauro, M; D'Ascia, C; Ottaviano, L; Costanzo, A; Borrelli, A; De Vito, L; Chiariello, M. Marcapasos y desfibriladores automáticos implantables: interferencia electromagnética con los teléfonos celulares / Pacemakers and implantable cardioverter defibrillators: electromagnetic interference with cellular phones *Ed. lat. electrocardiologia*;8(1):16-21, mar. 2002
- SCENIHR: Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, 2007. Available

on:

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_007.pdf

- SCENIHR: Research needs and methodology to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF, July 2009. Available on the Internet: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_024.pdf
- Schlehofer B, Schlaefer K, Blettner M, Berg G, Böhler E, Hettinger I, Kunna-Grass K, Wahrendorf J, Schüz J; Interphone Study Group. Environmental risk factors for sporadic acoustic neuroma (Interphone Study Group, Germany). *Eur J Cancer*. 2007 Jul;43(11):1741-7.
- Schmid G, Lager D, Preiner P, Uberbacher R, Cecil S. Exposure caused by wireless technologies used for short-range indoor communication in homes and offices. *Radiat Prot Dosimetry*. 2007;124(1):58-62.
- Schmid G, Preiner P, Lager D, Uberbacher R, Georg R. Exposure of the general public due to wireless LAN applications in public places. *Radiat Prot Dosimetry*. 2007;124(1):48-52.
- Schmid G, Sauter C, Stepansky R, Lobentanz IS, Zeitlhofer J. No influence on selected parameters of human visual perception of 1970 MHz UMTS-like exposure. *Bioelectromagnetics*. 2005 May;26(4):243-50.
- Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A, Auvinen A, Blaasaas KG, Cardis E, Christensen HC, Feychting M, Hepworth SJ, Johansen C, Klæboe L, Lönn S, McKinney PA, Muir K, Raitanen J, Salminen T, Thomsen J, Tynes T. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer*. 2005 Oct 3;93(7):842-8.
- Schreier N, Huss A, Rössli M. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed*. 2006;51(4):202-9.
- Schültz, H.; Weidemann, P.: How to deal with dissent among experts. Risk evaluation of EMF in a scientific dialogue. *Journal of Risk Research* 8 (6), 531-545, September 2005
- Schüz J, Jacobsen R, Olsen JH, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Johansen C. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst*. 2006 Dec 6;98(23):1707-13.
- Schüz J, Johansen C. A comparison of self-reported cellular telephone use with subscriber data: agreement between the two methods and implications for risk estimation. *Bioelectromagnetics*. 2007 Feb;28(2):130-6.
- Schüz J, Lagorio S, Bersani F. Electromagnetic fields and epidemiology: an overview inspired by the fourth course at the International School of Bioelectromagnetics. *Bioelectromagnetics*. 2009 Oct;30(7):511-24.
- Schüz J, Mann S. A discussion of potential exposure metrics for use in

epidemiological studies on human exposure to radiowaves from mobile phone base stations. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2000 Nov-Dec;10(6 Pt 1):600-5.

- Schüz J, Waldemar G, Olsen JH, Johansen C. Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. *PLoS One*. 2009;4(2):e4389.
- Schüz J. Lost in laterality: interpreting "preferred side of the head during mobile phone use and risk of brain tumour" associations. *Scand J Public Health*. 2009 Aug;37(6):664-7.
- Schwarz C, Kratochvil E, Pilger A, Kuster N, Adlkofer F, Rüdiger HW. (2008): Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes. *Int Arch Occup Environ Health*. 81(6):755-67.
- Seitz H, Stinner D, Eikmann T, Herr C, Rösli M. Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication--a literature review published between 2000 and 2004. *Sci Total Environ*. 2005 Oct 15;349(1-3):45-55.
- Siegrist, M.; Earle, T.; Gutscher, H.; Keller, C.: Perception of Mobile Phone and Base Station Risks. *Risk Analysis*, Vol 25, N°5, 2005
- Sienkiewicz Z, Jones N, Bottomley A. Neurobehavioural effects of electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*. 2005;Suppl 7:S116-26.
- Sievert U, Eggert S, Goltz S, Pau HW. [Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phone on auditory and vestibular labyrinth]. *Laryngorhinootologie*. 2007 Apr;86(4):264-70.
- Sievert U, Eggert S, Pau HW. Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem? *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005 Mar;132(3):451-5.
- Soto RG, Chu LF, Goldman JM, Rampil IJ, Ruskin KJ. Communication in critical care environments: mobile telephones improve patient care. *Anesth Analg*. 2006 Feb;102(2):535-41.
- Spector, P.L. (1993): Wireless communications and personal freedom . *Telecommunications Policy* 17(6), 403-406
- SSM (Swedish Radiation Protection Authority): Recent Research on EMF and Health Risks. Sixth annual report from SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields (2009). Available on the Internet: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2009/SSM-Rapport-2009-36.pdf>
- Stefanics G, Kellényi L, Molnár F, Kubinyi G, Thuróczy G, Hernádi I. Short GSM mobile phone exposure does not alter human auditory brainstem response. *BMC Public Health*. 2007 Nov 12;7:325.

- Straume A, Oftedal G, Johnsson A. Skin temperature increase caused by a mobile phone: a methodological infrared camera study. *Bioelectromagnetics*. 2005 Sep;26(6):510-9.
- Stroud DB, Huang Y, Hansen L, McKenzie R. Walkie talkies cause more electromagnetic interference to medical equipment than mobile phones. *Australas Phys Eng Sci Med*. 2006 Dec;29(4):315-20.
- Stroup, DF; Berlin, J.A.; Morton, SC; Olkin, I; Williamson, GD; Rennie, D; Moher, D; Becker, BJ. Sipe, TA; Thacker, SB. Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology. A Proposal for Reporting. *JAMA*. 2000;283:2008-2012.
- SUBTEL: Telecommunication Subsecretariat, Establish Technical Norm on Safety Requirements Applicable to the Telecommunication Installations that Generate Electromagnetic Waves, Exempt Resolution N° 505 (2000), http://www.subtel.cl/prontus_subtel/site/artic/20061230/asocfile/20061230153649/res_505.PDF
- SUBTEL: Telecommunications Subsecretariat, Exempt Resolution N° 1672- Modifying Exempt Resolution N° 505 issued in 2000 by the Telecommunication Subsecretariat (2002), http://www.subtel.cl/prontus_subtel/site/artic/20061230/asocfile/20061230153649/res_1672.PDF
- Sutton C. H. and Carrol, F. B. Effects of microwave-induced hyperthermia on the blood-brain barrier of the rat, *Radio Sci.*, vol. 14, pp. 329 - 334, 1979
- Swicord, M; Balzano, Q. Has Electromagnetic Energy in the Band 0.1-100 GHz Useful Medical Applications? A Review of Mechanisms and Biological Database Offers Dim Prospects. 2009 (In press).
- Taborda, R. ; Vanella, O.; Sabella, M.: Mobile non ionizing radiation measurement system. 12 th International Radiation Protection Association Conference, Buenos Aires, October 2008
- Takebayashi T, Akiba S, Kikuchi Y, Taki M, Wake K, Watanabe S, Yamaguchi N. Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Occup Environ Med*. 2006 Dec;63(12):802-7.
- Tandogan I, Ozin B, Bozbas H, Turhan S, Ozdemir R, Yetkin E, Topal E. Effects of mobile telephones on the function of implantable cardioverter defibrillators. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2005 Oct;10(4):409-13.
- Tandogan I, Temizhan A, Yetkin E, Guray Y, Ileri M, Duru E, Sasmaz A. The effects of mobile phones on pacemaker function. *Int J Cardiol*. 2005 Aug 3;103(1):51-8.
- Taubes, G; Mann, CC. Epidemiology faces its limits. *Science*; Jul 14, 1995; 269
- The INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *International*

- Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, von Kries R, Radon K. Exposure to mobile telecommunication networks assessed using personal dosimetry and well-being in children and adolescents: the German MobilEe-study. *Environ Health*. 2008 Nov 4;7:54.
- Timotijevic, L.; Barnett, J.; Shepherd, R.; Senior, V.: Factors influencing self-report of mobile phone use: the role of response prompt, time reference and mobile phone use in recall. *Applied Cognitive Psychology* (2008)
- Timotijevic, L.; Barnett, J.: Managing the possible health risks of mobile telecommunications: Public understandings of precautionary action and advice. *Health, Risk & Society*, June 2006; 8 (2):143-164 – Routledge Publishing
- Tri JL, Hayes DL, Smith TT, Severson RP. Cellular phone interference with external cardiopulmonary monitoring devices. *Mayo Clin Proc*. 2001 Jan;76(1):11-5.
- Tri JL, Severson RP, Hyberger LK, Hayes DL. Use of cellular telephones in the hospital environment. *Mayo Clin Proc*. 2007 Mar;82(3):282-5.
- Uloziene I, Uloza V, Gradauskiene E, Saferis V. Assessment of potential effects of the electromagnetic fields of mobile phones on hearing. *BMC Public Health*. 2005 Apr 19;5:39;
- Urry, J. *Mobilities*. Oxford: Polity Press, 2007
- Utteridge, T. D. Gebiski, V. Finnie, J. W. Vernon-Roberts B. and Kuchel T. R., Long-term exposure of eμ-pim1 transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not increase lymphoma incidence, *Radiat. Res.*, vol. 158, pp. 357 - 364, 2002
- Valberg PA, van Deventer TE, Repacholi MH. Workgroup report: base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences. *Environ Health Perspect*. 2007 Mar;115(3):416-24.
- Valentini E, Curcio G, Moroni F, Ferrara M, De Gennaro L, Bertini M. Neurophysiological effects of mobile phone electromagnetic fields on humans: a comprehensive review. *Bioelectromagnetics*. 2007 Sep;28(6):415-32.
- van Lieshout EJ, van der Veer SN, Hensbroek R, Korevaar JC, Vroom MB, Schultz MJ. Interference by new-generation mobile phones on critical care medical equipment. *Crit Care*. 2007;11(5):R98.
- Vanella, O.; Taborda, R.; Bruni, R.; González, F.: Evolución de servicios suplementarios. Análisis de actividades de capacitación generadas a partir de asistencia técnica suministrada al cliente XXV Jornadas IRAM-Universidades - San Juan, Argentina, Octubre 2006
- Vecchia, P.: Il ruolo della comunicazione nella gestione dei rischi dei campi elettromagnetici. Convegno "La percezione dei rischi ambientali: dal quadro

scientifico all'informazione del pubblico - Il caso campi elettromagnetici " - Milano 10 maggio 2004.

- Vecchia, P. The approach of ICNIRP to protection of children. *Bioelectromagnetics*. 2005;Suppl 7:S157-60.
- Vogel, G. Scientific Misconduct: Fraud Charges Cast Doubt on Claims of DNA Damage from Cell Phone Studies. *Science*, 321(5893): 1144-1145 (2008).
- von Elm E, Egger M. The scandal of poor epidemiological research. *BMJ*. 2004 Oct 16;329(7471):868-9.
- Vrijheid M, Armstrong BK, Bédard D, Brown J, Deltour I, Iavarone I, Krewski D, Lagorio S, Moore S, Richardson L, Giles GG, McBride M, Parent ME, Siemiatycki J, Cardis E. Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2009b May;19(4):369-81.
- Vrijheid M, Cardis E, Armstrong BK, Auvinen A, Berg G, Blaasaas KG, Brown J, Carroll M, Chetrit A, Christensen HC, Deltour I, Feychting M, Giles GG, Hepworth SJ, Hours M, Iavarone I, Johansen C, Klæboe L, Kurttio P, Lagorio S, Lönn S, McKinney PA, Montestrucq L, Parslow RC, Richardson L, Sadetzki S, Salminen T, Schüz J, Tynes T, Woodward A; Interphone Study Group. Validation of short term recall of mobile phone use for the Interphone study. *Occup Environ Med*. 2006a Apr;63(4):237-43.
- Vrijheid M, Deltour I, Krewski D, Sanchez M, Cardis E. The effects of recall errors and of selection bias in epidemiologic studies of mobile phone use and cancer risk. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2006b Jul;16(4):371-84.
- Vrijheid M, Mann S, Vecchia P, Wiart J, Taki M, Ardoino L, Armstrong BK, Auvinen A, Bédard D, Berg-Beckhoff G, Brown J, Chetrit A, Collatz-Christensen H, Combalot E, Cook A, Deltour I, Feychting M, Giles GG, Hepworth SJ, Hours M, Iavarone I, Johansen C, Krewski D, Kurttio P, Lagorio S, Lönn S, McBride M, Montestrucq L, Parslow RC, Sadetzki S, Schüz J, Tynes T, Woodward A, Cardis E. Determinants of mobile phone output power in a multinational study: implications for exposure assessment. *Occup Environ Med*. 2009a Oct;66(10):664-71.
- Vrijheid M, Martinez D, Fornis J, Guxens M, Julvez J, Ferrer M, Sunyer J. Prenatal exposure to cell phone use and neurodevelopment at 14 months. *Epidemiology*. 2010 Mar;21(2):259-62.
- Vrijheid M, Richardson L, Armstrong BK, Auvinen A, Berg G, Carroll M, Chetrit A, Deltour I, Feychting M, Giles GG, Hours M, Iavarone I, Lagorio S, Lönn S, McBride M, Parent ME, Sadetzki S, Salminen T, Sanchez M, Schlehofer B, Schüz J, Siemiatycki J, Tynes T, Woodward A, Yamaguchi N, Cardis E. Quantifying the impact of selection bias caused by nonparticipation in a case-control study of mobile phone use. *Ann Epidemiol*. 2009 Jan;19(1):33-41.
- Wacholder S. Design issues in case-control studies. *Statistical Methods in Medical*

Research, December 1, 1995; 4(4): 293 - 309.

- Wallin MK, Marve T, Hakansson PK. Modern wireless telecommunication technologies and their electromagnetic compatibility with life-supporting equipment. *Anesth Analg*. 2005 Nov;101(5):1393-400.
- Weidemann, P.; Schültz, H. The precautionary principle and risk perception: experimental studies in the emf area. *Environmental Health Perspectives*, 113 (4), April 2005
- Weidemann, P.; Shültz, H.: The Role of Evidence in Risk Characterization. *Making Sense of Conflicting Data.*– Wiley-VCH, 2008
- Weidemann, P.; Thalmann, A.; Grutsch, M.; Schültz, H.: The impact of precautionary measures and the disclosure of scientific uncertainty on EMF risk perception and trust. *Journal of Risk Research*, 9(4), 361-372, June 2006
- Wood, A. How dangerous are mobile phones, transmission masts, and electricity pylons ? *Arch. Dis. Child* 2006;91:361-366
- World Health Organization (2007a), Model Legislation for Electromagnetic Fields Protection, http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_model_legislation_2007.pdf
- World Health Organization (2007b), Framework for Developing Health- Based EMF Standards, http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework%5b1%5d.pdf
- World Health Organization: 2006 WHO Research Agenda for RF Fields pp 8-10 - http://www.who.int/peh-emf/research/rf_research_agenda_2006.pdf pp 8-10
- World Health Organization: EMF & public health: base stations and wireless technologies. Fact sheet 304
- World Health Organization. Establishing a dialogue on risks from EMF fields. Pp 9-43. WHO, 2002.
- World Health Organization: Electromagnetic fields and public health. Electromagnetic Hypersensitivity. Fact Sheet No. 296 (2005)
- Zhao R, Zhang S, Xu Z, Ju L, Lu D, Yao G. Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. *Toxicology*. 2007 Jun 25;235(3):167-75.
- Ziegelberger G, Repacholi M, McKinlay A. International commission on non-ionizing radiation protection. *Prog Biophys Mol Biol*. 2006 Sep;92(1):1-3.