

""CONSECUENCIAS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS""

Los campos electromagnéticos (CEM) de todas las frecuencias constituyen una de las influencias del entorno más comunes y de crecimiento más rápido sobre las que existe una creciente ansiedad y especulación. Hoy en día, todas las poblaciones del mundo están expuestas a CEM en mayor o menor grado, y conforme avance la tecnología el grado de exposición continuará creciendo.

Como parte de su mandato de proteger la salud pública, y en respuesta a la preocupación pública por los efectos sobre la salud de la exposición a CEM, la Organización Mundial de la Salud (OMS) creó en 1996 el Proyecto Internacional CEM para evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos sobre la salud de los CEM en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 GHz. [[Imagen:Ejemplo.jpg]]

[[== INTRODUCCIÓN ==]]

El progreso técnico, en el sentido más general de la expresión, se ha asociado siempre a diversos peligros y riesgos, tanto percibidos como reales. La aplicación industrial, comercial y doméstica de los campos electromagnéticos no es una excepción a esa regla.

En todo el mundo, el público en general se preocupa por la posibilidad de que la exposición a los campos electromagnéticos emitidos, por ejemplo, por líneas eléctricas de alto voltaje, radares o teléfonos móviles y sus estaciones de base, pueda tener efectos perjudiciales para la salud, especialmente en los niños. A consecuencia de ello, la construcción de nuevos tendidos eléctricos y redes de telefonía móvil ha encontrado una considerable oposición en muchos países.

En respuesta a esa preocupación del público, compartida por muchos gobiernos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido el Proyecto Internacional CEM para evaluar los efectos biológicos y los posibles riesgos sanitarios de la exposición a campos electromagnéticos. En el Proyecto participan actualmente más de 40 países y 6 organizaciones internacionales.

La historia reciente ha mostrado que la oposición social a las innovaciones técnicas no siempre tiene por motivo único el desconocimiento de sus consecuencias sanitarias, sino que también es atribuible a la poca atención prestada a las diferencias en la percepción del riesgo, insuficientemente reflejadas en las comunicaciones entre los científicos, los gobiernos, la industria y el público.

La investigación experimental ha demostrado que el efecto de los campos magnéticos generados por la corriente eléctrica (CEM) sobre los seres vivos está determinado por la intensidad, frecuencia y acumulación de la exposición.

[[Imagen:Ejemplo1.jpg]]

Los estudios epidemiológicos a la fecha son insuficientes y como aún no son concluyentes, se está en una fase controversial desde el punto de vista científico. Los CEM se han relacionado sobre todo con ciertos tipos de cáncer del sistema nervioso central, principalmente gliomas, diversos tipos de leucemia y cáncer mamario. Sin embargo, dado que no hay reproducibilidad en los estudios y que existen críticas metodológicas, en vez de claridad, las nuevas investigaciones han contribuido a la confusión. Los efectos sobre esterilidad, aborto y malformaciones congénitas, en el balance general no arrojan resultados positivos e igual pasa con alteraciones en el comportamiento humano.

Un problema adicional sobre los efectos de los CEM en la salud, generado por esta situación indefinida, es la divulgación de estudios aislados sobre un tema muy especializado que en forma alarmista se presenta al gran público a través de los medios de información.

[[== DESARROLLO ==]]

Los seres vivos, tanto plantas como animales, son estructuras bioeléctricas. En efecto, toda célula viva se comporta como un dipolo ya que la distribución asimétrica de cargas hace que el interior celular sea negativo respecto al exterior. La diferencia de potencial a través de la membrana es variable en diversos tipos de células, encontrándose valores frecuentes entre -10 y -100 mV. En los animales y los seres humanos en particular, son frecuentes las manifestaciones eléctricas que se valoran con fines diagnósticos: electrocardiograma, electroencefalograma, electromiograma y electroretinograma, entre los más usados.

Por otro lado, producto de la evolución planetaria, la Tierra se encuentra rodeada de un campo magnético estático de un valor promedio de 500 mG y con manifestaciones naturales esporádicas de tormentas magnéticas de origen solar que pueden alcanzar 50 mG. Por tanto,

los seres vivos han estado sometidos por millones de años a influencias magnéticas de origen natural.

Sin embargo, producto del desarrollo tecnológico de la humanidad, desde el descubrimiento de la energía eléctrica y las telecomunicaciones se empezó a poblar nuestro planeta de muy diversas ondas pertenecientes al espectro electromagnético, entre ellas los llamados campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja debido a la electricidad alterna y otras de mucho mayor frecuencia como las ondas de radio, televisión y radar. Por tanto, los seres vivos estamos expuestos a gran variedad de ondas.

[[Imagen:Ejemplo2.jpg]]

Todo cuerpo cargado eléctricamente tiene en su alrededor inmediato un área donde es posible detectar su influencia que se llama "campo eléctrico". Pero en cuanto se inicie el movimiento de cargas, o sea un flujo de corriente, aparece un campo magnético perpendicular al sentido de la corriente.

En el caso de la corriente eléctrica servida a los usuarios, como es corriente alterna, simultáneamente se genera un campo magnético oscilatorio o fluctuante de la misma frecuencia que la electricidad.

La magnitud del campo eléctrico, medido usualmente como voltio/metro (V/m), está en proporción directa al voltaje y decrece a medida que aumenta la distancia. El campo magnético se mide en dos unidades; en el llamado sistema cegesimal es el gauss, abreviado como G, y en el sistema internacional corresponde al tesla (T). El tesla es una unidad de campo magnético 10.000 (diez mil) veces mayor que el gauss. Dada su magnitud, es frecuente la unidad de miligauss (mG) y el microtesla (uT) para describir los campos magnéticos asociados a la corriente eléctrica.

En forma similar al campo eléctrico, el campo magnético depende de una variable eléctrica y de la distancia. Su magnitud está relacionada directamente con el flujo de corriente (medido en amperios) y decrece también rápidamente con la distancia. Aunque el campo eléctrico se puede aislar, no hay barreras para el campo magnético.

Donde quiera que haya corriente alterna, necesariamente habrá un campo magnético en los alrededores. Esto incluye todo sistema eléctrico, desde la generación en las plantas, subestaciones elevadoras, líneas de transmisión, subestaciones reductoras, líneas de distribución, transformadores, líneas primarias y secundarias, hasta el aparato que utilice la

corriente: horno, cocina, TV, radios, plancha, computadora, secadora, fluorescente, bombillo, calentador, motores, etc.

En Costa Rica las líneas de alta tensión son de 138 kV y 230 kV que conforman una red de alrededor de 700 km que cubre todo el país. Está apenas en la etapa de estudios la construcción de un sistema interconectado centroamericano (SIEPAC), de 500 kV. En otras partes del mundo, debido al mayor consumo, existe una red más densa y líneas de mayor voltaje: 400, 500, 750, 1000 hasta 1200 kV. Este es un dato de interés cuando se extrapola información de otros países.

Las líneas de transmisión aérea han sido objeto de queja por pobladores debido a efectos ambientales, entre ellos el temor a radiaciones electromagnéticas y a accidentes mecánicos como derrumbamiento de una torre o caída de un cable. También pueden provocar interferencia con señales de radio o de televisión y en ciertas condiciones atmosféricas un ruido audible asociado a luminosidad (efecto corona).

Ya que ocasionalmente una persona puede estar debajo de una línea aérea de alta tensión, es conveniente conocer que el efecto del campo eléctrico es muy inferior al proveniente de la misma bioelectricidad corporal y mayor a la de muchos aparatos electrodomésticos con ligeros desperfectos de aislamiento y que pasa desapercibido para nosotros.

Por otro lado, cuando la persona se expone a un campo magnético, se inducen corrientes eléctricas de circuito cerrado y perpendiculares a la dirección del campo. Estas corrientes, producto de acciones indirectas del campo magnético son imperceptibles y están por debajo de los cambios eléctricos asociados a la conducción nerviosa, la contracción muscular y la actividad cardíaca, fenómenos que constantemente acompañan al cuerpo humano.

La cercanía a muchos electrodomésticos produce una exposición mayor que las líneas de alta tensión y que ciertas actividades como la de los soldadores y empleados de fundiciones, definitivamente son mucho mayores. Este concepto es ilustrativo de que por todos lados tenemos electricidad y que aunque el factor intensidad de corriente es importante, también lo es la cercanía a la fuente conductora o transformadora de electricidad en cuanto a la generación de campos magnéticos.

En los últimos años se han intensificado las investigaciones que tratan de probar si existe un efecto biológico del campo electromagnético (CEM), particularmente asociado con frecuencias de onda extremadamente bajas (feb).

En Norteamérica y en Europa Occidental es donde con mayor énfasis se han llevado a cabo estos estudios, lo cual coincide con el alto grado de industrialización y consumo eléctrico, prevalencia de neoplasias y preocupación ambiental de la población.

Hasta el momento la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de Norte América no ha establecido limitaciones de protección a la población diferentes a las usuales, en el caso de las radiaciones de CEM. Sin embargo, ha llevado a cabo una amplia labor de divulgación para mantener al público informado de las posibles consecuencias de las radiaciones y de las últimas investigaciones, y así facilitar las relaciones de la comunidad con las empresas.

Hasta el momento, los resultados obtenidos no han sido definitivos y a menudo son controversiales, existiendo críticas sobre los diseños del experimento o la intensidad del CEM utilizado experimentalmente, aunque no se duda de que las radiaciones afecten la materia viviente, todavía no se cuantifica hasta dónde puede ser causante de una patología importante.

Los empleados de compañías eléctricas, sobre todos aquellos cuyo trabajo se desarrolla en los sitios de mayor exposición a los campos electromagnéticos (plantas, subestaciones, líneas de transmisión y de distribución, etc.) han sido objeto de muy variados estudios epidemiológicos.

Recientemente han sido publicados los hallazgos de la investigación conducida por el Departamento de Epidemiología de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Carolina del Norte. El estudio fue realizado en una cohorte histórica de 138.905 hombres, empleados por cinco compañías eléctricas de los Estados Unidos de Norteamérica, y que por lo menos trabajaron 6 meses entre 1950 y 1986, usando un diseño experimental cuantitativo. Los datos obtenidos, a juicio de los autores, no dan base para una asociación entre la exposición ocupacional al campo magnético y la leucemia, pero sugiere una relación con el cáncer cerebral. La mortalidad por cáncer cerebral aumentó modestamente en relación con la duración de los trabajos y al mayor índice de exposición al CEM.

En Suecia, se ha encontrado, en un estudio de casos y controles, que el riesgo de padecer de leucemia aumenta con el grado de exposición al CEM. Los autores anotan que aunque se midió la intensidad del campo en el sitio de trabajo actualmente, pueda que no refleje las condiciones de la verdadera exposición al tiempo del empleo del funcionario.

El estudio del grupo de investigadores patrocinados por Ontario Hydro, Hidro Québec y Electricité de France ha producido dos importantes informes científicos. En el primero encuentra asociación entre los valores crecientes de exposición al CEM y diversos tipos de leucemia y un ligero aumento sobre cáncer cerebral, aunque sin significancia estadística. Sí anotan que no hay una correlación directa entre el padecimiento y la intensidad del CEM, así como tampoco consistencia en los hallazgos reportados entre las tres compañías.

Varios meses después, producto de la misma investigación fue publicado otro trabajo en que aclaran que la relación existente entre la exposición al campo magnético y la enfermedad se evidencia en el caso del cáncer pulmonar y no en otros tipos de cáncer a los que se habían referido en publicaciones anteriores. Tomaron como justificación el problema de la medición exacta del CEM pues se vio que es sensible a otras longitudes de onda, lo cual hace dudar de las conclusiones originales.

Por tanto, el panorama es realmente confuso pues no hay consistencia entre los resultados en diferentes países y por diversos investigadores, siendo que el campo electromagnético está presente en todos los casos. Esta falta de consistencia es lo que ha llevado a concluirse que no hay una base científica sobre la asociación del CEM con patologías humanas importantes.

Hay resultados aparentemente contra corriente, pues se espera que la exposición a campos electromagnéticos sea el origen de alguna patología, y no ha podido establecerse tal correlación; se puede concluir que no hubo precisión en la medida del CEM o que no está relacionado con el cáncer..

En Suecia, un país cuidadoso del ambiente y con gran participación de las comunidades, el asunto de las líneas de alta tensión y la salud humana ha sido relevante y varias investigaciones han tratado el asunto. El trabajo de Feychting & Ahlbom (1993) del Instituto Karolinska en Estocolmo, consideró a menores de 16 años que hubieran vivido por lo menos un año a no más de 300m de líneas de transmisión de 200 y 400 kV. Se encontró un aumento en el riesgo para leucemia infantil, proporcional a la radiación magnética, pero no para linfoma ni tumores del sistema nervioso central. No se aumentó el riesgo para todos los tipos de cancer infantil combinados.

Apareció después la publicación de estos autores sobre el efecto de las líneas de alta tensión sobre posibles patologías asociadas en adultos. Entre sus hallazgos destaca que para leucemia crónica linfática y para tumores del sistema nervioso central el riesgo relativo fue cercano o menor a uno, lo cual indica que no hay asociación entre CEM y estas enfermedades. En los

casos de leucemia mieloide (aguda y crónica) se encontró un riesgo relativo elevado, lo cual señala una probabilidad de que CEM se asocien a esos tipos de cáncer.

Floderus et al del Instituto Nacional Sueco de Salud Ocupacional, concluyen en que la exposición ocupacional a los CEM constituyen un riesgo en el desarrollo de ciertos tipos de cáncer. Ellos reportan para la leucemia linfocítica crónica un riesgo aumentado de acuerdo al nivel de exposición, pero no se encontró asociación con la leucemia aguda mieloide. Para tumores cerebrales el estudio mostró un aumento en el riesgo correspondiendo a valores altos de exposición.

En algunos casos se presenta preocupación por casos de aborto espontáneo debido a los CEM en oficinas, pero la medición de CEM mediante dosímetros personales arrojó un valor modesto, entre 1.0 y 6.5 mG, con un promedio de 3.2 mG.

Sin embargo, en Finlandia se encontró que el aborto natural era mayor cuando el CEM residencial era más alto, aunque señalan que por el bajo número de casos, el resultado debe interpretarse con precaución. A la inversa, otros encuentran que la exposición residencial no tiene efectos reproductivos adversos tales como embarazo espontáneo o

malformaciones, aunque debe estudiarse más

En Francia, en un estudio para correlacionar si las líneas de alto voltaje estaban asociadas a malformaciones congénitas, se concluyó que no hay exceso de ningún tipo de malformaciones observadas por exposición a líneas de transmisión. Todo indica que no hay evidencia significativa de riesgo por CEM tal como se demuestra en la ausencia de efectos sobre el crecimiento y el desarrollo fetal

Aunque no se sabe el mecanismo de acción de cómo los CEM ejercen su efecto biológico, las teorías son abundantes, y se pueden citar: alteraciones en el potencial eléctrico de la membrana celular, problemas asociados a la concentración intracelular del ión calcio, interferencia con la síntesis proteica, variación de la liberación de melatonina, cristales de magnetita, alteraciones enzimáticas, etc., varios de los cuales han sido discutidos por Cleary.

Pero no todo es malo en cuanto a los CEM, para algunos, la magnetoterapia es una alternativa válida usada en la medicina física, más que un peligro, como Jacobsen, que le ve una serie de aplicaciones alternas. Ha sido muy usada en casos de fracturas y en general, alteraciones del

tejido conectivo, ya que aumentan su capacidad de regeneración y reparación tisular. También últimamente se ha visto un efecto benéfico en casos de la enfermedad de Parkinson y en la esclerosis lateral múltiple, con dosis muy pequeñas en el rango de picoteslas

Se ha visto que resuelve favorablemente procesos inflamatorios como la osteoartritis de la rodilla y a nivel cervical medido como mayor movilidad y reducción del dolor, por efecto de la magnetoterapia. También se ha demostrado que pulsos cortos de origen magnético, reducen el dolor pélvico de origen ginecológico

En cuanto a la protección de estos campos encontramos que los campos eléctricos pueden ser reducidos mediante protecciones aisladoras pero no existen barreras para los

campos magnéticos. El campo magnético es una función directa de la intensidad de corriente que fluye por un conductor dado, y decrece con la distancia. Ambos parámetros, corriente y distancia pueden regularse en forma sencilla, pero no siempre es lo más práctico para reducir el campo magnético, ya que el consumo de energía eléctrica crece rápidamente y por tanto deben transportarse mayores cantidades de energía y resulta a veces muy cara la ampliación de los derechos de paso.

Sin embargo existen soluciones tecnológicas sencillas tales como el aumento en la altura de las torres, reducción de la distancia horizontal entre líneas y una disposición vertical de los conductores. En estas tres modalidades de reducción del CEM, básicamente se regula el factor distancia.

Algunas investigaciones recientes informan de diseños que reducen el CEM mediante líneas de alto orden de fase. Para ello la Investigación sobre conducción en líneas de alto voltaje se lleva a cabo en 6 o 12 fases, que conducen la electricidad en un menor espacio que las líneas convencionales o diseño trifásico, lográndose una reducción del CEM. Otros investigadores (Kaune & Zaffanella, 1992) han desarrollado un método general de análisis del CEM tanto para configuraciones convencionales como no convencionales de líneas de transmisión, que reducen los niveles del CEM.

[[== CONCLUSIÓN ==]]

Ya para concluir vemos que existe un efecto biológico de los campos magnéticos generados por la corriente eléctrica alterna. El mecanismo se desconoce y los posibles efectos perjudiciales no han sido debidamente comprobados; No se ha probado, en la mayor parte de las investigaciones que los campos magnéticos estén asociados a problemas reproductivos ni den origen a malformaciones congénitas, así como tampoco con alteraciones del comportamiento. [[Imagen:Ejemplo3.jpg]]

En cuanto a diversos tipos de cáncer involucrados (leucemia y cerebral principalmente), los resultados no son concluyentes, a pesar de la amplia gama de investigaciones en diversas partes del mundo. El efecto en los adultos no ha sido constante ni reproducible, aunque en niños existe una ligera tendencia al aumento en el riesgo para la leucemia. Se desconoce el mecanismo biológico por el cual los campos electromagnéticos podrían producir el cáncer cerebral y la leucemia; hasta la fecha sólo se tienen hipótesis de trabajo, sujetas a estudio y comprobación.

El ser humano constantemente está expuesto a campos magnéticos de variada intensidad, al utilizar aparatos eléctricos tanto en su vida doméstica como laboral. Los medios de información tratan de exagerar las consecuencias, aunque los físicos señalan que las ondas de los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja, son de tan bajo contenido energético que difícilmente podrían afectar la estructura biológica.

Sobre este asunto controversial, en que abundan críticas metodológicas, existe consenso en que se debe investigar más y mejor como una forma de resolver científicamente si hay un efecto real originado por los CEM, o bien si existe la contribución de otros factores concurrentes.

[[== OTRAS FUENTES ==]]

[<http://proton.ucting.udg.mx/paginas/angel/Anel.htm>]

[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/sfact/nd184.htm]

[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/sfact/nd182.htm]

[<http://www.edyd.com/omorales/ensayos/electroinforme.htm>]

[

<http://www.mcw.edu/gcrc/cop/lineas-electricas-cancer-FAQ/biblio.html>]