

*Exceso de Emisión de Ondas  
Electromagnéticas no ionizantes.  
¿Un futuro problema para la salud a causa  
de nuestra negligencia e ignorancia si no  
comenzamos a hacer algo al respecto?*

**Alejandro González-Morfín**

**Introducción**

El ser humano, es un ente flexible; que evoluciona constantemente y se adapta a su entorno, razón por la cual hemos sobrevivido como especie por tanto tiempo y en gran parte se debe a la inteligencia que tan orgullosos nos tiene como especie; la cual nos ha servido para crear diferentes herramientas y técnicas en pro de nuestras necesidades en curso. Hoy en día los avances tecnológicos son una necesidad base en nuestra vida cotidiana. Vivimos rodeados de tecnología. Dependemos de ella para hacer nuestras actividades día con día. Desde el auto que nos transporta hasta la licuadora y lavadora en nuestra casa y hoy en día ¿Quién sale de casa sin su celular? Ese pequeño aparato que nos acompaña hasta en el baño. La tecnología ya no solamente es una herramienta para facilitar alguna tarea, se ha convertido en entretenimiento, en trabajo, en parte de nosotros. Pero estudios recientes han demostrado que esta nueva tecnología podría ser en parte la causa de uno de los problemas de salud más importantes de nuestra era, ya que las pruebas parecen indicar que la radiación electromagnética se relaciona con la aparición de distintos tipos de cáncer.

Todos los seres vivos, incluyendo a nuestra especie, nos enfrentamos día a día desde que existimos a la radiación electromagnética. Desde el geomagnetismo hasta el ejemplo más claro, que es la radiación emitida por el Sol (ultravioleta). Estamos acostumbrados y nos hemos adaptado para existir con ella. Pero desde que el ser humano a mediados del siglo antepasado fue capaz de generar electricidad artificial, el tiempo y la cantidad de radiación que nuestro cuerpo recibe se ha incrementado

exponencialmente. La aparición de la industria eléctrica junto con todos los actualmente amados electrodomésticos y avances tecnológicos producen campos electromagnéticos (CEM) de diferentes frecuencias, que podrían estar afectando nuestra salud.

Nosotros los humanos somos seres eminentemente electromagnéticos, que interactuamos con el espectro electromagnético que nos rodea y se producen fenómenos de absorción, transmisión y emisión de energía, con cambios de estado en niveles energéticos de las moléculas (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>. En el cuerpo humano existe actividad eléctrica en el sistema nervioso central, el corazón y en los nervios periféricos. Los campos eléctricos endógenos juegan un rol importante en los complejos mecanismos de control fisiológico tales como la actividad neuromuscular, secreciones glandulares y la funcionabilidad de la membrana celular, así como en el crecimiento, desarrollo y reparación de los tejidos (Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. 2014)<sup>1</sup>. Esta interacción depende principalmente de la frecuencia de la emisión, o sea de la cantidad de energía que se absorbe.

### **1.- efectos de los campos electromagnéticos**

Los efectos de los campos magnéticos sobre los tejidos vivos, son de tipo electrodinámico, donde la fuerza de interacción con las cargas móviles responde a las leyes de Maxwell. Estos mecanismos son incapaces de ocasionar efectos observables tras la exposición a CEM de bajo nivel, dado que quedan superpuestos a agitación térmica aleatoria. Además, el tiempo de respuesta debe ser lo suficientemente rápido para permitir que la respuesta se produzca durante el periodo de tiempo de la interacción. Lo que implica que debe existir un valor umbral (dosis) por debajo del cual no existe respuesta apreciable y una frecuencia límite por encima de la cual no se advierte respuesta (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>; por lo que a mayor cantidad y frecuencia de estas emisiones; mayor es la probabilidad de experimentar daños directos a nuestra salud.

### **2.- Clasificación de las ondas del espectro electromagnético**

Hoy en día sabemos que el espectro electromagnético se clasifica según la longitud de onda, de la energía emitida. Desde las ondas más cortas (y más dañinas como los rayos gamma y los rayos X), hasta las ondas más largas como las de radio o la propia luz visible. De esta manera podemos dividir el espectro electromagnético en dos: la energía ionizante y la no ionizante. Siendo de esta manera, la energía ionizante aquella con una longitud de onda más corta y por lo tanto con capacidades de ionizar; o sea de romper enlaces químicos dentro de las células, como los que se forman dentro del ADN y por lo tanto generar mutaciones, cáncer y otras aberraciones metabólicas. Por lo que el uso de estas se encuentra normado y se utilizan la mayor cantidad de precauciones posibles. Mientras que por otro lado se encuentra la energía no ionizante, que no es capaz de romper estos enlaces químicos y por lo que hasta hace poco se le consideraba como inofensiva y aún hoy en día la utilizamos indiscriminadamente, sin

normatividad alguna, lo que nos lleva a la siguiente premisa ¿En verdad la radiación no ionizante es completamente inofensiva?

### **3.- Exposición a CEM y la salud humana**

Hoy día existe una dicotomía en cuanto a la relación de la exposición a CEM y las alteraciones a la salud humana, el tema centra la atención de los investigadores, tomadores de decisiones y público en general. Sus implicaciones fundamentales se relacionan con perturbaciones a nivel de: membrana celular, cambios en el ácido desoxirribonucleico (ADN), equilibrio de los iones de calcio, secreción de la Hormona Melatonina y modificación del sistema inmunológico (Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. 2014)<sup>1</sup>.

Desde 1979 a través de los estudios de Wertheimer y Leeper, que detectaron una excesiva mortalidad de cáncer en niños que vivían en hogares expuestos a CM supuestamente altos, se sospechaba que la exposición débil a CM de Frecuencias Extremadamente Bajas (FEB) podría ser importante en el origen del cáncer. Los CEM disponen de una cantidad de energía por fotón que es insuficiente para provocar destrucción de las células, por lo que no vemos daños a corto plazo; pero suficiente para generar cambios en su morfología, metabolismo, reproducción o duración de la vida celular. Estudios sobre la membrana celular indican que la Radio Frecuencia (RF) de baja intensidad puede alterar las propiedades de la membrana celular tanto desde un punto de vista estructural como funcional, y a una variedad de propiedades de los canales iónicos como son la disminución en la formación de los canales y la disminución en los periodos de apertura (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>. Se ha probado también que los CEM actúan sobre las membranas distorsionando las señales del exterior, que se dirigen a los organelos del interior de la célula, incluido el núcleo, además, pueden modificar el equilibrio electroquímico de ellas, afectando la síntesis de proteínas (Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. 2014)<sup>1</sup>. Estos estudios incluyen campos constantes y pulsantes a diferentes intensidades. Así parece que varias intensidades de RF afectan a los canales de membrana. La inhibición de la actividad bioeléctrica se debe al aumento de la conductancia de la membrana al K<sup>+</sup>, en un proceso de apertura de los canales de K<sup>+</sup> dependientes de Ca<sup>2+</sup> (Hinch R, et al. 2005)<sup>5</sup>. Lo que puede provocar alteraciones en el sistema inmunológico, distorsión de las funciones bioeléctricas del organismo y cambios en la transmisión genética; lo que sugiere una posible relación con el desarrollo del cáncer (Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. 2014)<sup>1</sup>.

Varios estudios experimentales muestran que las radiaciones no ionizantes pueden tener efectos sobre el material genético (clastogénicos), ya sea directamente o sirviendo como un cofactor de agentes químicos de reconocida capacidad cancerígena. Otro mecanismo es la inducción de proteínas de choque térmico, las cuales proveen respuestas e interacciones que permiten a las células cancerosas evadir los ataques del sistema inmune y de agentes farmacológicos. En una primera clasificación de estos efectos se describen dos tipos: (a) efectos térmicos y, (b) efectos no térmicos, los cuales

incluyen cambios en la producción de melatonina, ferritina, ornitín descarboxilasa y poliaminas relacionadas, proteínas de choque térmico (HSP), mastocitos e histamina, alteraciones en la membrana celular, aumento de permeabilidad de la barrera hematoencefálica, cambios endocrinos, mutagenicidad e imprinting (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>.

Algunos investigadores tienen la hipótesis, aún no confirmada, de que la radiación electromagnética puede afectar la capacidad y eficacia del proceso de reparación del ADN, bajo el criterio del incremento de células modificadas y se considera que el efecto genotóxico, obedece a una combinación de los CEM de FEB con otros agentes y con los efectos nocivos de los radicales libres, como se demuestra en los experimentos de laboratorio llevados a cabo por el Proyecto Reflex de la Comunidad Europea en el año 2005, han apuntado hacia la potencial capacidad de los CEM FEB de alterar los genes, provocando enfermedades como cáncer y alteraciones neurológicas (Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. 2014)<sup>1</sup>.

De esta manera podemos observar que los CEM aunque sean de baja frecuencia (no ionizantes), pueden llegar a tener un efecto nocivo para nuestra salud; lo cual resulta de gran importancia para nuestra sociedad actual y debería ser un foco de alerta, pues la creciente expansión de la industria eléctrica, se genera a una velocidad tal; que le es imposible para nuestro organismo adaptarse y cada vez es más la radiación que recibe día a día. La mejor forma de ejemplificar esto es gracias a la industria de telecomunicaciones; específicamente la telefonía móvil, pues cada día somos más personas las que nos adentramos en esta nueva era de globalización donde la telecomunicación es una base. Hoy en día es raro ver a una persona que no tenga un celular, una Tablet o una computadora que los acompañe siempre a todos lados. Dormimos junto a nuestro celular, lo tenemos siempre cerca de nosotros y guardado en algún lugar cerca de nuestro cuerpo.

Sin embargo, resulta que existen unas ondas de Radio Frecuencia (RF) o mejor conocidas como microondas (MO), que son frecuencias superiores a 300 MHz hasta 300 GHz y estas son producidas por telefonía móvil, hornos microondas, radares y otros sistemas de comunicación. Donde estudios como el de Czerska, et al. (1992), encontraron que la temperatura juega un papel importante en la transformación linfoblástica de células humanas expuestas a calor convencional o a MO de carácter continuo. Los resultados con MO de carácter pulsante mostraron diferencias significativas en el número de células con transformaciones linfoblásticas, comparadas con células calentadas convencionalmente y por irradiaciones continuas de MO. La hipótesis de que la exposición a CEM de RF o MO puede ser asociada con cáncer, especialmente leucemia, podría ser fortalecida si existiera un modelo válido en animales, pero todavía no han sido publicados estudios adecuados. En otros estudios se ha demostrado elevación de temperatura superficial y profunda en tejidos de la cabeza expuestos localmente a radiación electromagnética de 900 MHz proveniente de teléfonos celulares. Se ha medido experimentalmente (en ratones) los efectos de la radiación electromagnética similar a la de algunos equipos telefónicos celulares, de 900

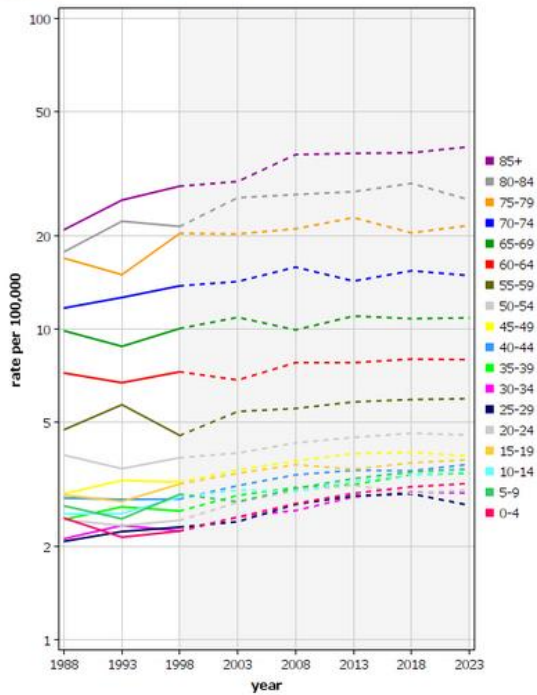
MHz, que causa en éstos un riesgo relativo de 2,4 en relación a animales controles para desarrollar linfomas. Se ha encontrado una incidencia 3 veces mayor de cáncer cerebral en usuarios de teléfonos móviles aplicados al oído en comparación con teléfono manos libres; pero no se ha detectado significancia estadística para dicho efecto, probablemente debido al reducido número de casos en dicho estudio (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>.

#### **4.-La información actual**

Aun así hoy en día, el problema aquí es que el ICNIRP (*International Comisión on non-ionizing radiation protection*)<sup>6</sup> no se ha actualizado y continua vigente en sus directrices establecidas hace más de una década, donde se menciona que los datos epidemiológicos eran insuficientes para recomendar niveles de seguridad más restrictivos.

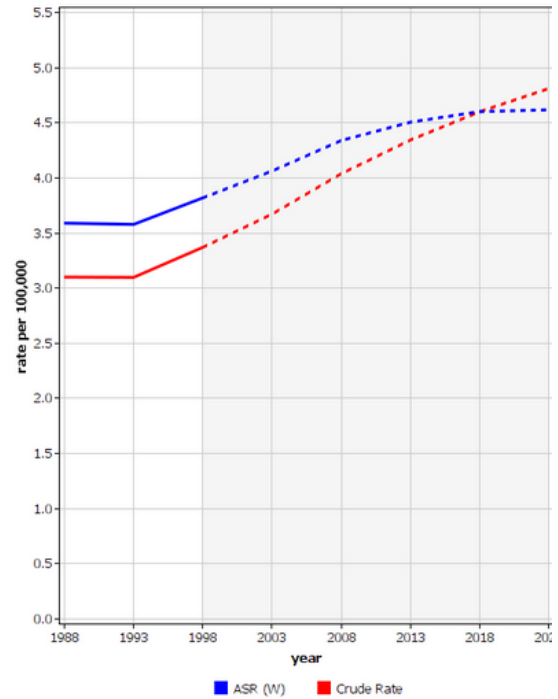
Sin embargo, esta información actualmente es obsoleta, pues como se ha mencionado, la evolución tecnológica es constante, nuestro contacto con las emisiones electromagnéticas se ha incrementado. El uso del celular y otras telecomunicaciones no es el mismo que el de hace 10 o 15 años y resulta de gran importancia reconsiderar los datos, analizar las pruebas y actualizar las normas; pues hoy en día, existen estudios que encuentran incremento del riesgo de cáncer cerebral, asociado al incremento de exposición ocupacional a CEM, el cáncer cerebral y la esclerosis lateral amiotrófica y el riesgo de aparición de la enfermedad de Alzheimer, mientras que otros estudios encontraron asociación entre esta exposición a leucemias; cómo podemos ver en las gráficas extraídas de la base de datos WHO que es la organización mundial para la salud con sus siglas en inglés (World Health Organization, health statistics and information systems, mortality database)<sup>8</sup>, la cual nos permite generar en base a los datos internacionales recolectados: predicciones confiables sobre tasa de mortalidad esperada en alguna zona y cáncer en particular. En este caso leucemias para pacientes masculinos en México, donde claramente podemos apreciar en la primer gráfica el incremento en la mortalidad según las edades con forme avanzan los años y en la segunda vemos en azul la predicción del rango de edad estándar (El rango que la población tendría si tuvieran una edad estándar) y la predicción neta de la mortalidad en rojo; ambas también en aumento con el pasar de los años.

Mexico  
Leukaemia: male  
Prediction of mortality: age-specific rates



International Agency for Research on Cancer (IARC) - 4.4.2016

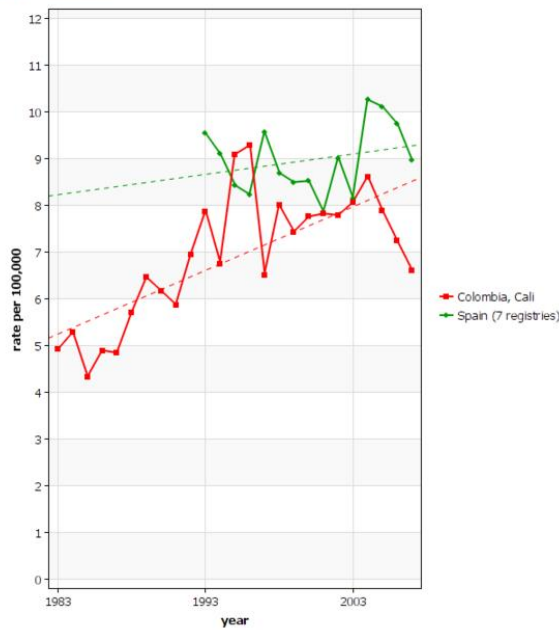
Mexico  
Leukaemia: male  
Prediction of mortality rates



International Agency for Research on Cancer (IARC) - 4.4.2016

Las gráficas de incidencia no son muy diferentes y corroboran también esta información, como podemos ver en las gráficas extraídas de la base de datos Ci5plus (Incidencia de Cáncer en los 5 continentes, por sus siglas en inglés)<sup>9</sup> que nos permiten comparar de manera veraz la incidencia de cáncer en los diferentes puntos geográficos. En este caso ambas gráficas proporcionadas con toda la información recabada de Colombia y España. La primera gráfica específicamente hablando de leucemias y corroborando la información antes mencionada y graficada; mientras que la segunda gráfica nos muestra el incremento de incidencia con el pasar de los años de todos los cánceres excepto los de piel (no-melanoma). Donde se ve un leve pero claro incremento de incidencia tanto de leucemia como de otros tipos de cáncer en ambas poblaciones con relación a años pasados.

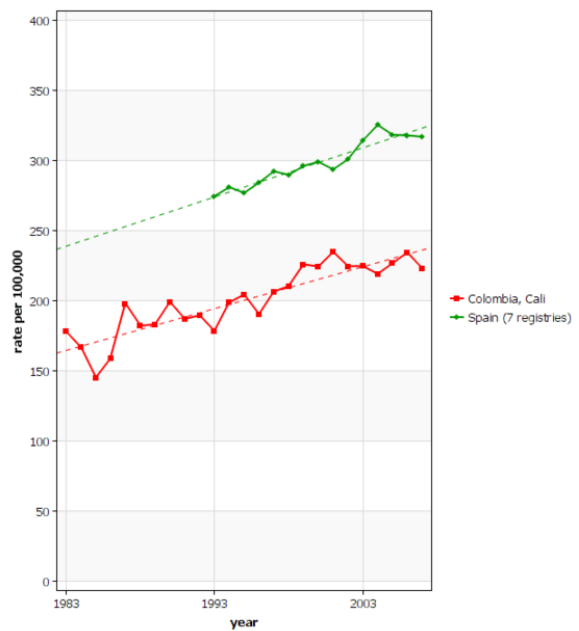
Leukaemia  
Age Standardised Incidence Rate (World), Male age [0-85+]



International Agency for Research on Cancer (IARC) - 4.4.2016

Toggle Arithmetic/Logarithmic scale

All sites but non-melanoma skin  
Age Standardised Incidence Rate (World), Male age [0-85+]



International Agency for Research on Cancer (IARC) - 4.4.2016

La búsqueda de la relación entre el cáncer en niños o leucemia linfoblástica y la presencia de líneas de alta tensión o subestaciones, en cercanía de las viviendas ha sido un factor determinante en las investigaciones (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>. Como nos confirma un metaanálisis realizado por Wartenberg muestra un riesgo relativo de 1,4 (IC 95%=1,0-2,0). La probabilidad de la asociación era mayor que un 50% para leucemia infantil (Tchernitchin AN, Riveros R 2004)<sup>3</sup>. De un total de publicaciones referenciadas, solo en 4 no se relaciona la exposición a campo electromagnético con la aparición de afecciones a la salud humana; pero la gran mayoría (55 documentos) si las consideran de una u otra forma; 6 hacen referencias a que los campo electromagnético producen de alguna manera cambios a nivel biológico y fisiológico en humanos, y 49, los asocian a la ocurrencia de enfermedades (Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. 2014).

Ya en (1991) Bates había presentado evidencia epidemiológica de la correlación entre la exposición a campos electromagnéticos débiles de 50 Hz (FEB) de origen habitacional y el cáncer. Esta correlación fue estadísticamente significativa para la exposición a campos de origen domiciliario en niños. La significancia estadística descrita es fuerte para cánceres del sistema nervioso central, especialmente cerebrales en niños (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>.

Posiblemente el estudio más trascendente realizado se llevó a cabo en el Instituto Karolinska, por Feychting y Ahlbom en 1992, ya que estableció claramente, tras estudiar una cohorte de un millón de personas, que el riesgo de padecer leucemia infantil era mayor en los niños expuestos a campos mayores a 0.2  $\mu$ T y que este riesgo aumentaba cuanto más cerca se estaba de las líneas de alta tensión (Feychting y Ahlbom, 1993).

Más recientemente en 2005 se realiza un estudio de casos y controles en La Habana donde se concluye; que con tenores moderados basales de radiación gamma y campo Electromagnético de Baja Frecuencia (ELF) en el conjunto de todas las viviendas estudiadas se perciben pequeñas, pero coherentes, más altas intensidades de radiaciones ionizantes y campos de frecuencia muy baja en las viviendas de los enfermos en relación con las de los sanos. El riesgo se incrementa con la intensidad del CEM. En el lugar y período estudiados, el componente magnético del campo ELF explicaría alrededor del 16 % de la incidencia y la dosis gamma equivalente a cerca del 3 % de la leucemia infantil (Barceló-Pérez C, Guzmán-Piñeiro R, Taureaux-Díaz N. 2005)<sup>2</sup>.

Pero estos no son los únicos pues se han realizado múltiples estudios, como nos menciona la Dra. Revueltas-Agüero M en su revisión de la literatura en 2014 dónde algunos ejemplos de relevancia son:

- 1) El estudio en Suecia en 1993, de *Feychting y Alhbom*, de 142 niños con cáncer que vivían a 300 metros o menos de las líneas de alta tensión suecas, con mediciones de CM, concluyó que el riesgo de leucemia fue mayor para intensidades mayores de CM, no observó asociación en el resto de los tumores.
- 2) Otro estudio en Suecia en 1994, por *Feychting y Alhbom*, fue publicado caso-control y realizado en adultos residentes hasta 300 metros de las líneas de alta tensión y portadores de leucemia 325 casos y de tumores del sistema nervioso central 223 casos, se calcularon los CM y encontraron asociación entre la exposición a los mismos y la aparición de leucemia mielóide en adultos, no se manifestó esta relación con la aparición de leucemia linfocítica y de los tumores del sistema nervioso central.
- 3) En el estudio realizado por *Savitz y Loomis* en EEUU en 1995, de 138 905 fallecidos que fueron trabajadores de empresas eléctricas y con exposición a CM se asoció la mortalidad de cáncer de cerebro con índices mayores de exposición a CM e incremento de la mortalidad con el incremento de la exposición.
- 4) En el año 2000 fue realizado por *Ahlbom* y colaboradores un análisis conjunto sobre la base de 9 estudios de caso-control sobre leucemia infantil y exposición a CEM, se encontró aumento del riesgo de padecer leucemia en los niños con exposiciones iguales o mayores a 0,4  $\mu$ T (Riesgo relativo=2). No se observó aumento del riesgo para los niños con exposiciones menores de 0,4  $\mu$ .
- 5) Estudio realizado por *Villeneuve* y colaboradores en Canadá en el 2000, de 51 trabajadores eléctricos con linfoma no Hodgkin, se analizó la exposición a campos eléctrico-magnéticos. Concluyó que la exposición a campo eléctrico con intensidades por encima de 10 y 40 volt/metro son importantes predictores de linfoma no Hodgkin.
- 6) Estudio de cohorte realizado por *Harrington* y colaboradores en el Reino Unido en el 2001, de 83 997 trabajadores de centrales generadoras de electricidad, teniendo en cuenta el tiempo de exposición a campos magnéticos y su magnitud, no se encontró relación entre el riesgo de morir por leucemia y la



exposición ocupacional a CEM de los trabajadores eléctricos, en comparación con la mortalidad nacional por esa causa.

7) Otro estudio realizado en el Reino Unido por *Willett* y colaboradores De 2003, en 764 pacientes con leucemia, encontró poca evidencia para apoyar la asociación entre la exposición ocupacional a CEM y la aparición de leucemia aguda.

8) Estudio realizado por *Draper* y otros en Inglaterra y Gales en el 2005; de 29 081 niños con cáncer, incluidos 9 700 con leucemia, se tuvo en cuenta la distancia entre las casa donde vivieron el primer año de vida y las líneas de alta tensión, se encontró asociación entre la leucemia infantil y la proximidad de las líneas de alta tensión, siendo el riesgo relativo de los que vivían a menos de 200 metros de 1, 69 estadísticamente significativo

En estudios publicados en 2006 y 2007 en La Habana, Cuba sobre factores de riesgo de leucemia infantil se concluyó que los CEM actúan como factor de riesgo de leucemia. Se asoció la incidencia de leucemia infantil en Ciudad de La Habana con los índices de electrificación y la densidad territorial de las líneas de alta tensión.

9) *Yang* y colaboradores en el 2008 publicaron un estudio de casos realizado en Shanghai, China con 123 niños portadores de leucemia aguda, residentes a 500 metros o menos de transformadores eléctricos y líneas de alta tensión. Se realizaron estudios genéticos y los niños presentaron una versión defectuosa de genes para la reparación del ADN dañado. Se mostró una posible asociación entre la proximidad de esas fuentes de CEM y la presencia del defecto genético con padecer leucemia aguda infantil. Además, concluyen que puede considerarse factor de riesgo para el desarrollo de esta enfermedad en niños con este genotipo, el residir cerca a una distancia menor o igual a 100 metros de los transformadores eléctricos y las líneas de alta tensión y con CM mayores de 0,14  $\mu\text{T}$ .

10) *Kroll* y colaboradores en el 2010, en un estudio realizado en el Reino Unido, en 28 968 niños diagnosticados con cáncer, donde se realizaron mediciones de CEM en las viviendas donde residieron el primer año de vida, consideraron como improbable que la exposición a ellos durante ese período, sea la única causa de la asociación entre la distancia de las líneas eléctricas y la leucemia.

11) Un importante estudio publicado en 2011, realizado en Sao Paulo Brasil, por *Marcilio* y colaboradores, en 1857 casos de leucemia, encontró mayor riesgo de mortalidad, por esa causa en los adultos que vivían cerca de las líneas de transmisión de la corriente eléctrica, en comparación con los que vivían a más de 400 metros y el mayor riesgo fue para los que lo hacían a 50 metros de las mismas. Se encontró pequeño aumento de la mortalidad por leucemia en las personas que vivían en casas expuestas al más alto CM calculado (superior a 0,3  $\mu\text{T}$ ).

Afortunadamente, no todo está mal; pues en julio de 2001 la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) con base en estudios epidemiológicos de

leucemia en niños clasificó a los CM FEB como posiblemente cancerígenos (Torres-O, Alzate A. 2006)<sup>4</sup>.

Por otro lado la Organización Mundial de la Salud<sup>7</sup> conduce el proyecto internacional de campos electromagnéticos, con el objetivo de contribuir a esclarecer las evidencias del posible efecto de exposición a las zonas de frecuencia extendidas desde las microondas hasta el ELF (Barceló-Pérez C, Guzmán-Piñeiro R, Taureau-Díaz N. 2005)<sup>2</sup>.

## **5. - Conclusiones**

En conclusión, cada día la red mundial de antenas para telecomunicaciones y las nuevas tecnologías de comunicación inalámbrica se expanden exponencialmente sin freno alguno e incluso se pretende dar el siguiente paso a la erradicación total de la telefonía con cables y a largo plazo la eliminación del uso cotidiano de los cables; sustituidos por los dispositivos de microondas pulsantes, sin pensar en las posibles consecuencias.

En la actualidad, pasamos desapercibidos el constante bombardeo de radiación no ionizante en la que nos vemos envueltos; nuestra vida cotidiana se encuentra inmersa dentro de una compleja red de campos electromagnéticos de diferentes frecuencias tanto en casa, como en el parque, el trabajo, en la calle y hasta en el baño o cuando dormimos en nuestras recamaras sin siquiera darnos cuenta. Evidentemente está incrementando el índice mundial de cáncer como melanomas y leucemias de una manera nunca antes vista, esto junto con las aberraciones metabólicas y sus derivados que se presentan en la población y su relación con las ondas electromagnéticas no ionizantes son un foco de alerta, que debería ser tomado en cuenta; para tomar acciones oportunas y no esperar a que las futuras generaciones sufran de nuestra negligencia.

Sin embargo es imposible esperar o buscar efectos lineales o iguales en todas las personas, pues la biología de cada persona es única y un claro ejemplo es el sistema inmunológico de cada persona y su capacidad de acción-reacción, además hay que considerar la predisposición genética detrás del cáncer; sin mencionar la gran importancia del tiempo y cantidad de exposición dependientes de las conductas individuales, la ocupación, los hobbies, la cantidad de tiempo frente a un monitor, el tiempo invertido en un celular, el uso o no de auriculares, la cercanía o interacción con antenas de telecomunicaciones, entre muchos otros factores. Por lo que resulta tan difícil encontrar una relación directa de causa y efecto y sería incoherente esperar cambios a corto plazo, razón por la cual muchos de los estudios suelen ser inconclusos y hasta de cierta forma contradictorios, pues la alta gama de factores involucrados dentro de la problemática, llegan a nublar nuestra visión ante un panorama más grande, impidiéndonos llegar a un veredicto contundente e irrefutable; pero la evidencia se encuentra ahí y cuando comenzamos a ver los datos de manera más global y a largo plazo, reuniendo y analizando la información de los diferentes estudios sobre el tema, podemos observar la evidente relación del aumento a la exposición de la población a esta ya conocida pero poco explorada (en términos de salud) radiación no ionizante a la

que hoy en día estamos tan acostumbrados y poco a poco nos hacemos más dependientes, ahogándonos en nuestra ignorancia.

Con estos datos podemos deducir que es crucial que organizaciones tales como ICNIRP y la misma OMS se actualicen en cuanto a sus directrices y comiencen a darse cuenta, que aún estamos a tiempo de comenzar a normar la cantidad y tipos de frecuencias a las que nos estamos sometiendo día a día, que si bien aún no podemos vincular de manera directa e irrefutable la relación con el actual incremento de las tasas de morbi-mortalidad en el mundo relacionadas con el cáncer, podemos decir con certeza que es uno de los factores que están influyendo en el constante deterioro de nuestra salud y el de las generaciones venideras.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Revueltas-Agüero M, Avila-Roque I, Baqués-Merino R, Beltrán Reguera RC. Extremely low frequency electromagnetic fields and their impact on human health. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 2014;52.
2. Barceló-Pérez C, Guzmán-Piñeiro R, Taureau-Díaz N. Campos electromagnéticos de baja frecuencia y leucemia infantil en ciudad de La Habana. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 2005;43.
3. Tchernitchin AN, Riveros R. Efectos de la radiación electromagnética sobre la salud. *Cuad Med Soc* 2004;44:221-234.
4. Torres-O, Alzate A. Efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos. *Revista médica de Risaralda : órgano de la Facultad de Medicina de la Universidad Tecnológica de Pereira* 2006;12:1-11.
5. Hinch R, et al. The effects of static magnetic field on action potential propagation and excitation recovery in nerve. *Prog Biophys Mol Biol* 2005;87:321–328.
6. International Comision on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Recomendaciones Para limitar la exposición a CEM (hasta 300 ghz) 1998.
7. OMS | Campos electromagnéticos y salud pública [Internet]. Who.int. 2016 [cited 20 March 2016]. Available from: <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/es/>.
8. World Health Organization, health statistics and information systems, mortality database (accessed on 30/11/2015).
9. Ferlay J, Bray F, Steliarova-Foucher E and Forman D. (2014) Cancer Incidence in Five Continents, CI5plus. IARC CancerBase No. 9 Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2014. Available from: <http://ci5.iarc.fr>, accessed [date].