

## **Estudio de la importancia de los campos electromagnéticos ionizantes y no ionizantes en el ámbito del Gran Mendoza.**

**Jorge S. García Guibout<sup>1/2</sup>. Miguel Méndez Garabetti<sup>1/2</sup>, Alfredo David Priori (estudiante becado)<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad del Aconcagua

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Universitario

(jgarcia@itu.uncu.edu.ar, miguelmendezgarabetti@gmail.com, dail\_p@hotmail.com)

### **Abstrac**

En la actualidad muchas tecnologías de comunicaciones que nos rodean se basan en la emisión de ondas electromagnéticas (WiFi, telefonía celular, etc.). Estas interactúan con nuestro cuerpo y no tenemos un conocimiento acabado de esa interacción. Esto ha hecho que la sociedad comience a preocuparse por posibles consecuencias de estas emisiones, pidiendo mayores controles y reglamentaciones. Se busca poder conocer el estado actual del conocimiento sobre las consecuencias de estas emisiones y poder de esta manera acompañar en las decisiones que se puedan tomar en las zonas de influencia de nuestra Universidad.

**Keyword:** radiación ionizante, radiación no ionizante, ondas electromagnéticas.

### **Introducción**

El desarrollo de las culturas, tal cual como hoy las conocemos son fruto, entre otros factores, del increíble avance de los distintos procesos y tecnologías de comunicación, los cuales se vienen gestando desde larga data. Tal evolución de las telecomunicaciones no fue premeditada, debido a esto y a su uso multidisciplinario ha crecido en forma descontrolada. Si bien estos avances tecnológicos han producido cambios trascendentales, es importante no olvidar la otra cara de esta realidad, debido a que todos los servicios inalámbricos emplean ondas electromagnéticas, esto nos lleva a vernos obligados a estar expuestos constantemente e involuntariamente a los efectos de las radiaciones electromagnéticas, las cuales pueden resultar perjudiciales para la salud (efectos negativos que pueden provocar riesgos en la salud).

Si bien se han realizado numerosas investigaciones para conocer los posibles efectos negativos que este tipo de ondas pueden causar en la salud, algunos de estos son conocidos (calentamiento térmico y la inducción de corriente eléctrica) y otros controvertidos (ciertos tipos de cáncer, alteraciones al sistema nervioso central y leucemia infantil) por lo que estas investigaciones aún son insuficientes, lo que inevitablemente genera incertidumbre científica sobre los factores que pueden determinar el riesgo a la población, por todo lo antes descrito y al control desmedido y sin control, se conoce ahora como “Contaminación electromagnética” o “Electropolución”.

Esto, ha generado un interés relevante en la sociedad de conocer los efectos que estos campos pueden llegar a causar en la salud y junto con ello provocar situaciones de incertidumbre y temor por parte de la población, debido a la ausencia de información objetiva y reglamentos basados en un principio precautorio.

### **Ondas electromagnéticas en el entorno**

Desde hace más de cien años la energía eléctrica ha sido el motor del desarrollo de la sociedad; desde las primeras sencillas aplicaciones hasta convertirse en lo que hoy conocemos. Durante esta evolución se han desarrollado innumerables avances tecnológicos que muchos de ellos son completamente cotidianos para los habitantes del mundo actual, los cuales basan su funcionamiento en el uso de la electricidad, entre estos <y solo por citar algunos> podemos nombrar: la luz artificial, las computadoras, los hornos microondas, los teléfonos celulares, la televisión, los equipos de música, el aire acondicionado, etc.

La utilización masiva de estos aparatos ha llevado a que en distintas ocasiones se elevaran comentarios sobre los posibles riesgos que en la salud estas tecnologías puedan ocasionar, fundamentado principalmente en la capacidad que estos tienen de emitir ondas electromagnéticas, que para emisiones en exceso se ha denominado “Contaminación Electromagnética” o “Electropolución”, la cual es reconocida como tal por la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1981.

### **Convivencia diaria con ondas electromagnéticas**

En la última década el permanente avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha sido uno de los fenómenos más importantes que se han producido analizándolo desde diferentes puntos de vista; tal como el enfoque económico, financiero y cultural, entre otros. Estas tecnologías evolucionaron más de lo que se esperaba, esto lo podemos ver reflejado las estadísticas publicadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones [13] (ITU por sus siglas en inglés) el cual indica que para fines del año 2.010 la cantidad de abonados celulares de todo el mundo alcanzó los 5.3 millones y que para este año (2.011) se espera que la cifra trepe hasta los 5.800 millones de suscriptores, lo cual implicaría un incremento del 9,4.

Estas cifras, no sólo reflejan el crecimiento de la telefonía celular en los últimos años, sino también nos permite dilucidar los efectos aparejados a esta evolución:

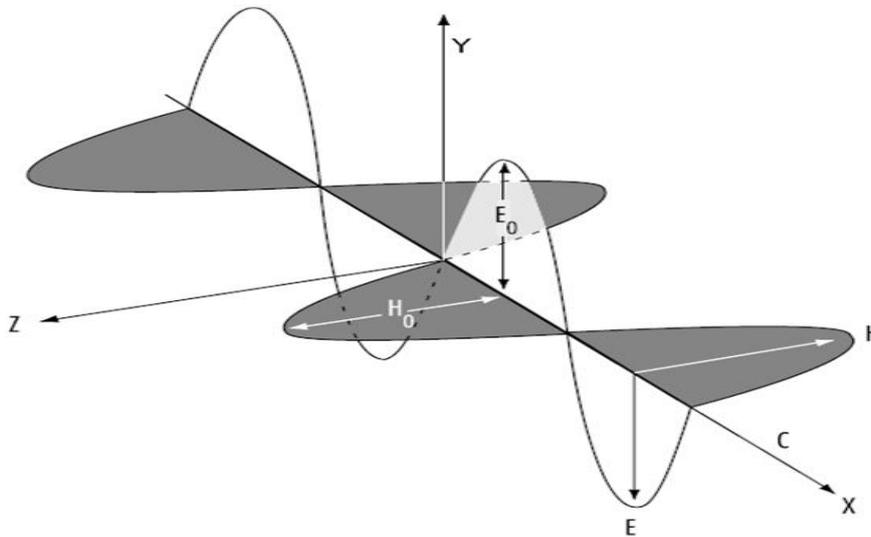
1. mayor cantidad de antenas de telefonía celular,
2. mayor cantidad de personas en el mundo utilizando a diario un teléfono celular,
3. y por supuesto una mayor cantidad de ondas electromagnéticas en el entorno.

Si bien la “Contaminación Electromagnética” en primera instancia se enfocó en las antenas de televisión, antenas de radiodifusión tanto AM y FM, líneas de alta tensión y otras fuentes de RNI [8], el creciente despliegue de la telefonía móvil, visto en las cifras anteriormente mencionadas, cuyos números impactan directamente en la cantidad de antenas instaladas en la mayoría de las ciudades y pueblos; es lo que más ha cautivado la atención a los habitantes del mundo entero generando una profunda incertidumbre.

Más allá de esta incertidumbre poblacional; también debemos tener en cuenta muchas otras fuentes de emisión de ondas electromagnéticas a las que también estamos expuestos o podemos estarlo en algún momento de nuestras vidas como es el caso de los hornos microondas, el sistema de posicionamiento global (GPS), el servicios de radiodifusión de televisión, la radiodifusión sonora en AM y FM, los radares y demás aplicaciones que también hacen uso de las ondas electromagnéticas para su funcionamiento y por tal motivo, deben ser tenidos en cuenta a la hora de hablar de “Contaminación Electromagnética”, “Electropolución” o “Electrosmog”.

## **Radiación**

La radiación podemos definirla como la propagación de energía, sea esta en forma de ondas o partículas a través del espacio. Esta propagación de energía puede ser mecánica o electromagnética. Para el caso de las ondas electromagnéticas; esta propagación consiste en campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre sí que oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda, tal como lo muestra la Figura 2. Estas ondas electromagnéticas pueden ser descritas mediante sus parámetros característicos como lo son su frecuencia, longitud de onda y contenido de energía.



**Figura 2 – Onda plana propagándose a la velocidad de la luz en dirección a X.**

La unidad de energía de toda onda electromagnética es el fotón, cuyo valor de energía está asociado a la longitud de onda, de esta forma las ondas electromagnéticas de alta energía poseen longitudes de onda pequeñas, o sea a frecuencias mayores, por lo tanto las ondas con menor frecuencia menor es la energía del fotón. A lo largo del espectro electromagnético la energía de los fotones varía desde  $>1.000.000$  eV hasta  $<0,000000001$  eV, en la franja de los rayos X/Gamma y en la franja de las radiofrecuencias, respectivamente. En función de la energía que tenga la onda electromagnética la ración puede ser ionizante (RI) o no ionizante (RNI).

Esta diferenciación es sumamente importante, ya que como sabemos, las ondas electromagnéticas están compuestas por dos campos que varían alternativamente en forma simultánea; éstos interactuarán con el material biológico de diferentes formas,

dependiendo de las veces por segundo en que estos campos varían en el tiempo, o más precisamente de la frecuencia de la onda electromagnética incidente o la energía asociadas a las ondas.-

### **Radiación ionizante (RI)**

La radiación ionizante podemos definirla cómo “las radiaciones que por su frecuencia son capaces de entregar energía a los átomos de las sustancias como para desprender un electrón y de esta manera crear un ión” [4]. Cuando un átomo pierde uno de sus electrones se dice que se ioniza, convirtiéndose el átomo en cuestión, en un ión o un catión. Por lo tanto, el término ionizante hace referencia a la energía de ionización que es la cantidad mínima de energía necesaria para expulsar (ionizar) un electrón de la estructura electrónica de los mismos. Dicho de otro modo que tiene capacidad de causar ionización como el caso de los rayos gama, la radiación ultravioleta lejana, los rayos x, entre otros.

La radiación ionizante es producida por diversas fuentes,

- Fuentes cósmicas externas (radiación cósmica),
- Materiales radiactivos naturales contenidos en la corteza terrestre, en los ecosistemas y en el interior de los organismos vivos, los que pueden descargar, según sea el elemento, partículas Alfa y Beta, rayos Gamma y “radiación exótica”.
- Materiales radiactivos producidos por el ser humano a partir de 1945 (fuentes bélicas y experimentales, fuentes civiles) que liberan, según sea el radioisótopo considerado, partículas Alfa y Beta y radiación Gamma.
- Aparatos que producen rayos X como energía residual.
- Radiación solar cuya porción ultravioleta C no haya sido detenida por la alta capa de ozono (1016 a 1017 Hz).

Este tipo de radiación en su interacción con la materia puede causar daños en tejidos biológicos incluyendo efectos sobre el ADN (ácido desoxirribonucleico: material genético del cuerpo humano) por tales motivos las aplicaciones que utilizan este tipo de radiación se utilizan en recintos aislados con importantes cuidados al medioambiente y del personal que opera la tecnología.

### **Radiación no ionizante (RNI)**

A diferencia de la Radiación Ionizante la Radiación No-Ionizante (RNI) podemos definirla como “las radiaciones que no poseen la suficiente energía o sea la capacidad de desprender electrones de los átomos” [4]. O sea que no tiene suficiente energía para causar ionización. Este tipo de radiación se extiende desde las frecuencias extremadamente altas de la luz ultravioleta B y A hasta las frecuencias extremadamente bajas del tendido eléctrico (ELF) y los campos magnéticos y eléctricos de naturaleza estática. Este rango de frecuencias incluye aplicaciones como las líneas de distribución eléctrica, toda la gama de comunicaciones, los servicios de radiodifusión sonora en AM y FM, los radares y la telefonía celular móvil.

Si bien este tipo de ondas electromagnéticas no pueden ionizar la materia incidida, si pueden causar otro tipo de efectos sobre la materia en cuestión. De aquí es que podemos clasificar a los efectos de las RNI en:

- Efectos térmicos,
- Efectos no térmicos o biológicos.

Los efectos térmicos son producidos debido a que la materia absorbe la energía de las ondas electromagnéticas causando un incremento en la temperatura, tal incremento depende del grado de absorción de la materia.

El cuerpo humano posee mecanismos para regular de forma eficiente su temperatura, pero si la exposición a campos electromagnéticos es demasiado alta, el cuerpo podría no ser capaz de regular tal incremento, por este motivo es que los límites de exposición previenen un incremento de temperatura en el cuerpo humano de 1°C.

Los efectos no térmicos o biológicos se presentan cuando la energía electromagnética produce modificaciones a nivel biológico.

### **Tasa de absorción específica**

Ya que los límites de exposición pueden ser establecidos en distintas unidades, para las frecuencias más bajas y hasta varios cientos de MHz se suele utilizar la intensidad del campo eléctrico expresada en V/m, la intensidad de campo magnético en A/m o la densidad de potencia expresada  $mW / cm^2$  o  $W / m^2$ , esta última es comúnmente

más utilizada por encima de unos pocos cientos de MHz. Pero existe un parámetro dosimétrico ampliamente utilizado el cual se denomina "tasa de absorción específica" o SAR (Specific Absorption Rate), el cual se define como: "La derivada del aumento de la energía,  $\partial W$ , absorbida o disipada en un elemento de masa  $\partial m$ , contenida en un elemento de volumen  $\partial V$ , cuya densidad es  $\rho$  y que puede ser expresado analíticamente como [1]:

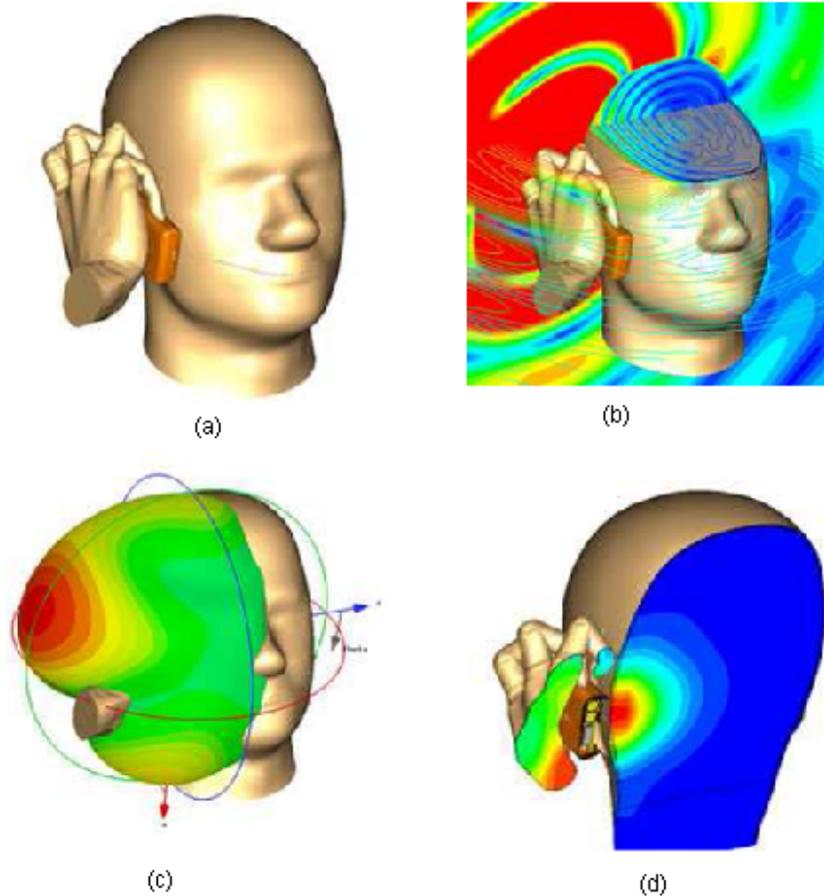
$$SAR = \frac{\partial \partial W}{\partial t \partial m} = \frac{\partial \partial W}{\partial t \partial (\partial V)} \left[ \frac{mW}{g} \right] \quad (1)$$

en la ecuación siguiente podemos observar que el SAR es directamente proporcional al aumento local de la temperatura:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{SAR}{C_p} \left[ \frac{^{\circ}C}{s} \right] \quad (2)$$

donde T es la temperatura en grados Celsius, y  $C_p$  es el calor específico del tejido ( J / kg °C ).

O sea, que la tasa de absorción específica es la medida de la cantidad de energía de radiofrecuencia que es absorbida por los tejidos en el cuerpo humano y se expresa en W / kg, también podemos mencionar que es la cantidad utilizada para medir la "dosis" de los campos de RF aproximadamente entre 1 MHz y 10 GHz [2] y es la unidad utilizada por el ICNIRP [1] para referirse a los efectos térmicos. A modo de ejemplo en la Figura 1 podemos observar distintas simulaciones efectuadas sobre un modelo humano realizadas por la empresa CST Microwave Studio (CST MWS) ya que una vez que el diseño de un teléfono móvil se ha concluido (suponiendo que en el espacio libre), el rendimiento del teléfono tiene que ser probado en un entorno más realista, cerca de la cabeza, o cuando es sostenido con la mano. Esto es importante ya que la distribución del campo y el patrón de radiación se verán influido por la cabeza y la mano. Finalmente, para la certificación, la tasa de absorción específica (SAR) también debe ser probada para cumplir con normas internacionales como el estándar IEEE C95.3 [9]



**Figura 1 – Representación del SAR simulada en un humano. (a) Modelos CAD utilizados para la simulación. (b) Distribución de campo eléctrico en la banda GSM a 1,8 GHz. (c) Patrón de campo lejano a 1,8 GHz. (d) Distribución SAR promediada sobre 1 gr, siguiendo la norma C95.3 de IEEE [3].**

En la Figura 1 (b) se ha simulado una distribución de campo resultante a una señal de frecuencia de 1,8 GHz, aquí puede observarse claramente cómo la longitud de onda dentro de la cabeza se acorta con respecto al valor en vacío (aire) debido a la mayor constante dieléctrica. En cambio en la Figura 1 (c) la simulación está referida al campo lejano, en donde se ve claramente que la dirección de radiación principal

está ubicada entre la mano y la cabeza, y por último en la Figura 1 (d) muestra la distribución de SAR promediada sobre 1 gramo de masa de tejido.

### **Efectos en la salud de las radiofrecuencias y microondas**

Como se ha mencionado desde el preludio de este trabajo, los campos electromagnéticos (CEM) no son un fenómeno nuevo, son conocidos y convivimos con ellos desde antes de nacer.

Si bien hasta hace algunas pocas décadas atrás sólo existía un débil fondo de radiofrecuencias y microondas de origen natural, en los últimos ochenta años estas fuentes se han multiplicado, aumentando no sólo en número sino también en tiempo de operación, tipos de modulación, potencia, etc. Debido a que las fuentes de radiofrecuencias y microondas (radiaciones no ionizantes) son innumerables y de crecimiento avasallador, generan un fenómeno de electrocontaminación o contaminación electromagnética, por tener la característica de ser producidas en instantes iguales de tiempo, o lo que es lo mismo “superposición” de barridos en el espacio, generando un permanente incremento de electrocontaminación en el ambiente.

Esta contaminación de ondas electromagnéticas a la que nos referimos como contaminación electromagnética tiene validez debido a que la cantidad de radiación no ionizante que es descargada en el ambiente por esta innumerable diversidad de fuentes puede afectar la salud humana, otros seres vivos y los ecosistemas. Si bien las RNI no pueden provocar la ionización de un sistema biológico, si interactúan con la materia de otras formas. De aquí es que podemos encontrar entre los efectos biológicos el calentamiento, las alteraciones de las reacciones químicas o inducción de corrientes eléctricas en los tejidos y las células.

La preocupación por este nuevo tipo de contaminación se ha acentuado con la aparición de la telefonía móvil, con la instalación y permanente funcionamiento de una gran cantidad de antenas fijas que operan en el rango de las microondas, y la multiplicación de miles de pequeñas antenas móviles que emiten (y reciben) estas señales (los propios teléfonos celulares, “terminales” del sistema o teléfonos móviles) [4], es que se deben listar detalladamente y continuar las investigaciones respecto a los efectos de las ondas electromagnéticas en el ambiente y el cuerpo humano.

## **Absorción de energía**

De acuerdo con los estudios realizados la energía radiante puede ser absorbida por el cuerpo humano mediante tres procesos diferentes,

- **Efecto Antena**, las partes del cuerpo humano y el cuerpo en sí, absorben señales de radiofrecuencias y microondas con una absorción resonante, la cual es función del tamaño de las partes del cuerpo y/o el cuerpo [5].
- **Acople de señal y tejido**, este proceso de absorción penetra e interactúa con las capas tisulares y las células, se relaciona con la constante dieléctrica y el tipo de conductividad del tejido, los cuales son diferentes a distintos valores de frecuencia.
- **Absorción biofísica**, este proceso de absorción involucra la absorción resonante por sistemas biológicos como el cerebro o las células. Las microondas y las radiofrecuencias entre otros efectos pueden producir:
  - a. Fenómenos de resonancia en núcleos atómicos y a otros niveles de organización de la materia.
  - b. Incremento de la temperatura interna en células y tejidos expuestos.
  - c. Cambios en el flujo de iones y en la distribución de radicales libres.
  - d. Agitación de grandes poblaciones moleculares al interior de cada célula.
  - e. Posible agitación de los organelos celulares e inducción de cambios en su disposición.
  - f. Posible alteración de la organización y metabolismo de las células, tejidos, órganos y sistemas de órganos como consecuencia de los factores anteriores, asociados o no con factores preexistentes.

Los fenómenos químicos y biológicos que ocurren al interactuar la materia viva con ondas electromagnéticas de distintas frecuencias son de una gran complejidad y pueden ser comprendidos mediante el trabajo de W. Ross Adey “Cell and molecular biology associated with radiation field of mobile telephones” [10], en donde uno de los efectos analizados es el efecto de las radiofrecuencias sobre el retraso impuesto a

los radicales libres, cuya vida activa se halla en el rango del nanosegundo o menos. Esto puede influenciar la tasa y cantidad de los productos que están involucrados en una reacción química. La radiación no ionizante a baja exposición puede provocar alteraciones en la producción y acumulación de radicales libres ocasionando stress oxidativo (por la acumulación de radicales libres), a esto pueden atribuirse enfermedades como: Parkinson, Alzheimer, algunas formas de epilepsia, enfermedades en las arterias coronarias, envejecimiento y cáncer.

Los efectos derivados de las radiaciones no ionizantes, dada la complejidad de los sistemas vivos, la energía absorbida en la exposición a estas fuentes de radiación puede engendrar fenómenos de todo tipo a nivel químico, celular, tisular, de órganos, sistemas de órganos y organismos.

Es muy importante denotar que los efectos a los que nos referimos como biológicos son respuestas detectables a un estímulo o cambio en el medio, lo que no quiere decir que tengan que ser necesariamente perjudiciales para la salud, ya que el organismo humano posee mecanismos para auto ajustarse ante estos efectos. Por lo tanto que un efecto sea o no perjudicial para la salud humana estará directamente relacionado a si tal efecto sobrepasa la capacidad de auto ajuste del organismo, causando un deterioro detectable de la salud de los individuos expuestos, por ello es que los efectos biológicos pueden ser inocuos, beneficiosos o perjudiciales, por ejemplo el calentamiento del sol en un día de invierno o la función solar en la producción de vitamina D por el organismo como efecto beneficioso y la quemadura solar como efecto perjudicial [4].

Es importante mencionar que, aún en ausencia de campos eléctricos externos, el funcionamiento del organismo se basa en corrientes eléctricas de muy baja intensidad producidas por reacciones químicas de las funciones corporales normales. Las cuales, debido a su baja intensidad, pueden ser interferidas por los campos electromagnéticos externos, en distintos niveles de acuerdo a diferentes agentes energéticos o materiales. Siempre actúa más de un agente resultado de la diversidad cuali-cuantitativa de las fuentes. Cualquiera sea el sitio a ser evaluado es prudente considerar:

- la diversidad de las fuentes generadoras, ya que siempre hay más de una fuente,

- la diversidad de los agentes que genera cada fuente (diversidad de agentes por fuentes),
- presencia simultánea de varios agentes procedentes de varias fuentes,
- la dosis de cada agente, resultados de la naturaleza de la emisión (cantidad de material, energía de los fotones),
- modelos de emisión (continuo, discontinuo, irregulares), y
- su potencial para ser absorbido por distintos receptores, entre otros.

## **Efectos**

Todo efecto estará estrechamente relacionado con cualquier otro tipo de efecto, por lo tanto las clasificaciones son, hasta cierto punto, arbitrarias. A continuación se desarrollan los efectos de las ondas electromagnéticas sobre el ser humano y animales de laboratorio.

### **Efectos orgánicos**

Podemos decir que las microondas producen tres tipos de efectos:

**Efectos térmicos**, ocurre cuando la radiación en cuestión posee suficiente energía como para ocasionar un incremento de temperatura medible, este tipo de efectos son generalmente bien conocidos, entre estos podemos nombrar: cambios en el metabolismo cardiovascular, termorregulación, función endocrina, respuesta inmune, actividad del sistema nervioso, comportamiento, entre otros. Si bien los efectos térmicos deben ser considerados, valores inferiores a los límites de absorción específica establecidos por el ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) gran cantidad de estudios han demostrado que diversos efectos biológicos pueden afectar la salud humana, por lo tanto no es suficiente considerar solamente el calentamiento de los tejidos como indicador de efectos de las radiofrecuencias y microondas en la salud.

- Efectos sobre los ojos
- Efectos sobre los testículos.
- Efectos sobre el desarrollo, embrionario y fetal.

**Efectos atérmicos**, estos son producidos cuando las ondas absorbidas transfieren suficiente energía para aumentar la temperatura de las células y tejidos, pero dicho incremento no se produce debido a mecanismos de refrigeración interna, externa o una combinación de ambas.

**Efectos no térmicos**, es una línea de investigación en pleno desarrollo, podemos decir que se registran efectos biológicos a niveles SAR muy por debajo de los 0,08 W/kg y a densidades de potencia minúsculas de  $0,0004\mu\text{W} / \text{cm}^2$ . Es muy importante remarcar que los estándares tanto del ICNIR, la Organización Mundial de la Salud y la Unión Europea se basan, en su mayoría, en efectos térmicos de naturaleza irreversible para exposiciones a corto plazo. A continuación se listan los efectos no térmicos más importantes.

- Efectos sobre la proliferación celular.
- Cambios en las membranas celulares y el flujo de iones
- Cambios en la barrera hematoencefálica.
- Cambios en la concentración de la hormona melatonina
- Cambios en la concentración de la enzima ornitín decarboxilasa (ODC).
- Daño genético.
- Cáncer, en 1962 fue el primer indicio de que podría existir relación entre las radiofrecuencias y el cáncer, más puntualmente con la leucemia, Praustnix y Susskind [11]. Luego de esto se han realizado innumerable cantidad de estudios que han demostrado, entre otros efectos, un aumento en la tasa de cáncer y de formación de tumores (mamarios, de piel) por la exposición a radiofrecuencias, y también por éstas combinadas con otros agentes. Además de los posibles efectos cancerígenos de las ondas electromagnéticas en el espectro de las radiofrecuencias y microondas, también deben considerarse otros fenómenos de tal radiación ya que podrían tener algún tipo de relación con la generación de cáncer, como pueden ser
  - i. Aumento de la proliferación celular,
  - ii. Alteración de los flujos de iones Na, K y Ca,
  - iii. Aumento en la concentración de la enzima ornitín decarboxilasa, y
  - iv. Cambios en la concentración de la hormona melatonina.

## **Declaración de la WHO/IARC**

La Agencia Internacional sobre Investigación del Cáncer (IARC) [6] parte de la Organización Mundial de la Salud (WHO/OMS) [7] realizó una declaración sobre los campos electromagnéticos y los posibles riesgos para la salud el 31 mayo del presente año (2011).

El comunicado titulado “La IARC clasifica a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia como posibles cancerígenos para los seres humanos” [8], emitido en mayo pasado clasificó a los Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencias en la categoría 2B, basándose en el creciente riesgo de contraer glioma, un tipo de cáncer cerebral maligno, asociado con el uso de los teléfonos celulares.

El análisis fue centrado en el uso intensivo de teléfonos móviles encontrándose evidencias limitadas para ciertos tipos de cáncer. Para la exposición ambiental asociada con la transmisión de señales de radio, televisión y telecomunicaciones inalámbricas (comúnmente emitidas por antenas en torres) las evidencias fueron juzgadas como inadecuadas. Respecto al uso de los teléfonos móviles, hasta tanto se realicen investigaciones adicionales a largo plazo sobre el uso intensivo de mismos, el IARC recomienda tomar medidas pragmáticas para reducir la exposición, tales como usar dispositivos de manos libres o enviar mensajes de texto.

## **Conclusiones**

En la actualidad estamos inmersos en una creciente y permanente evolución de nuevas tecnologías que hacen uso de campos electromagnéticos para brindar servicios cada vez más útiles y novedosos, pero debido a la elevada velocidad de estos avances tecnológicos es que no se ha podido llevar de manera simultánea todas las investigaciones necesarias respecto al estudio y control de los posibles efectos negativos en las personas y ecosistemas de dichas tecnologías previo a su masificación.

De acuerdo con la bibliografía analizada podemos observar que en la actualidad se está realizando un exhaustivo trabajo investigativo en torno a este fenómeno, tanto en nuestro país como así también en el resto del mundo. Dichas investigaciones, debido a la complejidad de la problemática en cuestión, involucran profesionales de múltiples

disciplinas (medicina, ciencias biológicas, ciencias jurídicas, seguridad en el trabajo, telecomunicaciones, electrónica, arquitectura, psicología, física, mecánica).

Lamentablemente, la incertidumbre científica sobre los posibles efectos de las RNI en el cuerpo humano y los ecosistemas se suma a la abrupta expansión de las mencionadas tecnologías, procreando una vasta cantidad de temor e inestabilidad en la población.

Con este proyecto se busca sentar las bases, a través de la creación de una página web donde publicar información útil para el ciudadano común, publicar programas que permiten calcular la radiación sin necesidad de conocer muchos datos técnicos de los equipos asociados a las antenas, centros de información y reclamos de manera de poder acompañar a los participantes necesarios en las decisiones del cuidado de la salud pública como *los responsables de las decisión política, la participación del sector empresario y la participación del sector ciudadano*, para las futuras reglamentación y aplicación de medidas precautorias sobre las emisiones de ondas electromagnéticas. También se buscará informar a través de congresos, charlas informativas, reuniones de concientización, cursos de capacitación, etc., que le permitirá a la sociedad sus tiempos y niveles de exposición a las RNI, en la Provincia y zona de influencia.

## Bibliografía

1. International commission on non-ionizing radiation protection: Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz). <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>.
2. Organización Mundial de la Salud: Campos electromagnéticos y salud pública: radares y salud humana. <http://www.who.int/pehemf/publications/facts/fs226/es/>
3. Mobile Phone Simulations with Human Head and Hand Models; Computer Simulation Technology; 2011 CST AG, <http://www.cst.com/Content/Applications/Article/Mobile+Phone+Simulations+with+Human+Head+and+Hand+Models>,
4. Mario Augusto Capparelli, Néstor Hugo Mata, Raúl Montenegro, María Belén Aliciardi: El ambientalismo II, la Electropolución, Contaminación por antenas de telefonía celular., editorial Ediciones del País, 2008.
5. R. Timothy Hitchcock and Robert M. Patterson: Radio-Frequency and ELF Electromagnetic Energies: A Handbook for Health Professionals (Industrial Health & Safety), editorial John Wiley & Sons, Inc, 1995

6. Agencia Internacional sobre Investigación del Cáncer: <http://www.iarc.fr/index.php>
7. Organización Mundial de la Salud; <http://www.who.int/about/es/>
8. IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans, Press Release N° 208 , 31 de mayo 2011.  
[http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf)
9. IEEE Std C95.3-2002 (Revision of IEEE Std C95.3-1991). IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz–300 GHz. <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=8351>
10. Cell and molecular biology associated with radiation field of mobile telephones. Adey W.R., Bioelectromagnetic Research, University of California, Riverside.  
<http://www.electric-word.com/adey/adeyoverview2.html>
11. Prausnitz S. and Susskind C. (1962) Effects of chronic microwave irradiation on mice. IRE Trans. Biomed. Electron. 9: 104-108.
12. ITU: <http://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>