

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PRESENTES EN AMBIENTES COTIDIANOS “posibles efectos sobre los seres vivos”

Juan Carlos Luján

CEDIA, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Tucumán,

jclujan53@yahoo.com.ar ,

Neme N. Godoy L. Teruel G. Gálvez O, Allena F. de UTN

Resumen. En el presente trabajo se realiza una numerosa cantidad de mediciones de campos electromagnéticos emitidos por diversos artefactos presentes en ambientes cotidianos tales como casas de familias, oficinas, laboratorios, talleres, consultorios médicos, el interior de automóviles, ambientes abiertos, calles, etc.

Se analizan como fuentes emisoras de ondas electromagnéticas los teléfonos celulares de distintas marcas comerciales, sistemas de Wi Fi domiciliarios, teléfonos inalámbricos, modem para internet, pantallas de televisores, computadoras con pantallas de rayos catódicos y con tecnología de cristal líquido, afeitadoras eléctricas, máquinas cortadoras de cabello, licuadoras, hornos de microondas, lámparas de bajo consumo, tubos fluorescentes, lámparas de filamento y otros artefactos.

También se estudió la variación del campo electromagnético a distintas distancias de las fuentes emisoras.

Además se investigó la permeabilidad de diversos materiales biológicos y no biológicos al ser atravesados por estas ondas para establecer el grado de atenuación que producen.

Estos estudios constituyen una base de información precursora de una investigación orientada a establecer si los campos eléctricos encontrados, pueden producir efectos adversos en algunos seres vivos incluyendo el hombre; dicha investigación biológica se encuentra paralelamente transitando los estadios iniciales, pero sus resultados se producirán a largo plazo ya que los procesos en los seres vivos requieren de varias generaciones de control.

Se utilizó un medidor de inmisión electromagnética normalizado y un circuito antena compuesto por espiras de cobre y diodos de germanio de baja impedancia.

Llamó la atención la elevada intensidad de campo de los celulares antiguos, las lámparas de bajo consumo, las pantallas de rayos catódicos y de los motores universales de afeitadoras y licuadoras.

Palabras Clave, Celulares, Campos Electromagnéticos, Campo Eléctrico, Densidad de Potencia, Microondas.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), anunciaron recientemente en Lyon, Francia, que la emisión de los celulares podría llegar a ser posible factor cancerígeno para las personas.

Dicho organismo de salud atribuye posibles casos de cáncer a los campos electromagnéticos que son generados por las radiofrecuencias utilizadas por los celulares, afirmando que estos campos aumentan un 40% el peligro de gliomas (un maligno cáncer cerebral) en las personas que hayan utilizado mas de treinta minutos por día un móvil durante diez años según OMS.

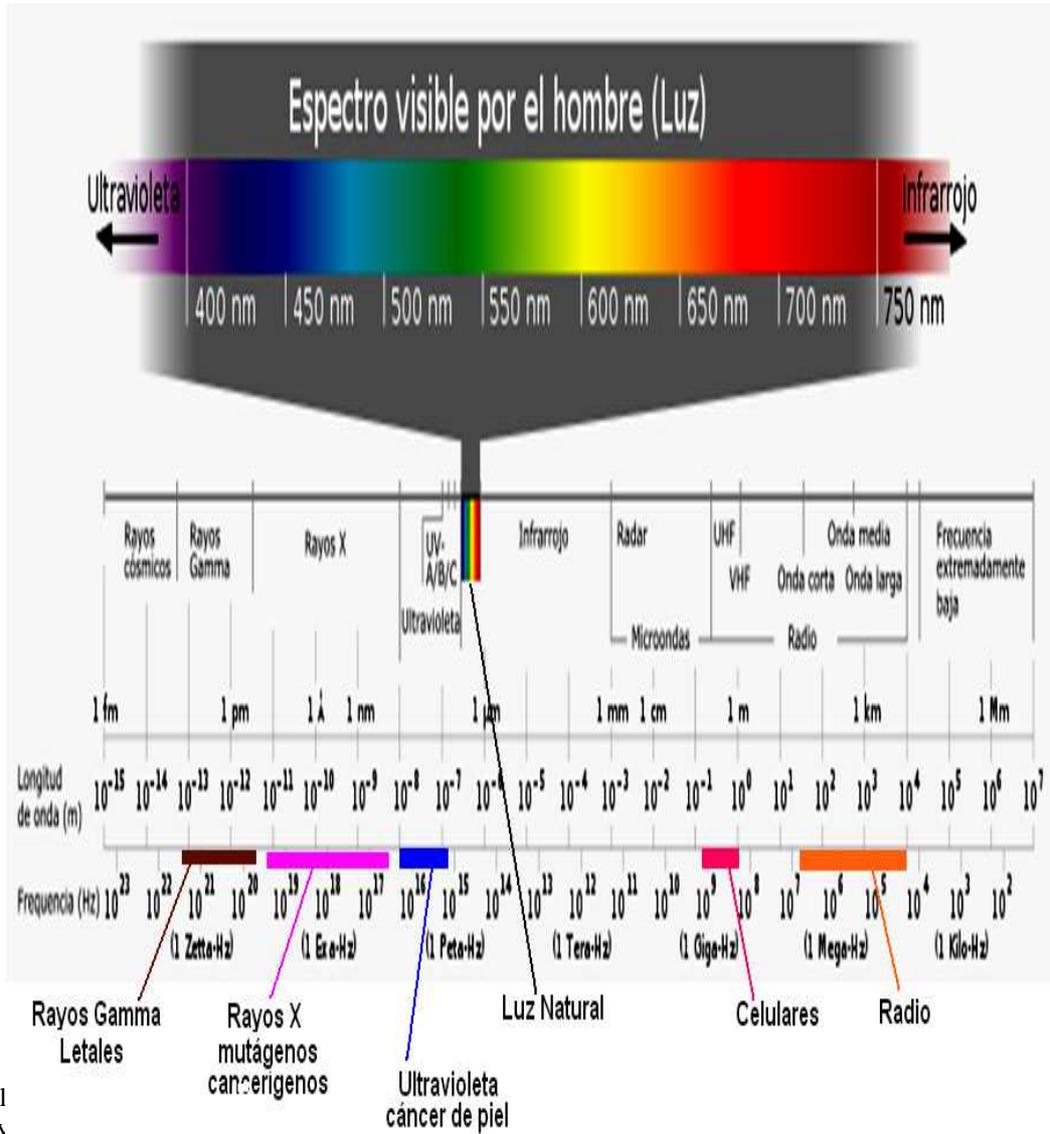
Según las pruebas reunidas por un grupo de investigadores de la OMS , se puede decir que hasta ahora la emisión de los móviles se situaría en la categoría 2B. Estas son categorías donde se colocan las evidencias limitadas sobre la posibilidad de aumentar el riesgo de contraer cáncer en los humanos (por ejemplo el grupo 2A son los probablemente carcinógenos y el 1A son para los que ya se tienen evidencia suficiente). Con esta clasificación podemos decir que las emisiones de los celulares entra en la misma categoría que otros 400 factores ambientales como, sustancias químicas, exposiciones laborales, agentes físicos y biológicos, virus oncógenos y demás.

A todo esto, se puede decir que lo que se esta tratando de demostrar es que puede existir una probable relación entre las emisiones celulares y el aumento en las probabilidades de contraer ciertos tipos de cáncer. Es por eso que se están realizando estudios a largo plazo, para saber más sobre esta situación y lograr controlar así esta peligrosa relación entre las emisiones de los celulares y el cáncer. Con esto no se quiere decir que los celulares sean malos para las personas, pero por ahora se recomienda tener una menor exposición directa con los móviles, utilizando así aun más el uso de manos libres o los mensajes de texto.

Dada la complejidad que implica realizar experiencias con seres superiores (humanos, ratas, monos) , en el CEDIA de la Universidad Tecnológica se optó por estudiar la influencia de las radiaciones electromagnéticas emitidas por teléfonos celulares sobre bacterias y levaduras en plena fase de multiplicación, como así también el efecto sobre la germinación de semillas de algunas plantas, el crecimiento en sus estadios iniciales y la fertilidad de las siguientes generaciones.

También se estudia la permeabilidad de la cabeza de chanchos (post mortem) a la radiación de los celulares, utilizando medidores de campo eléctrico y de potencia electromagnética por unidad de área con sondas de sensibilidad apropiada.

El trabajo se divide en dos etapas, la primera etapa contempla la medición de parámetros físicos y la segunda etapa que está afuera de esta publicación, incursiona en experiencias biológicas con seres superiores.



cel
ray

En tanto que, si a radiaciones infrarrojas nos referimos, estas tienen aplicaciones terapéuticas en el tratamiento de enfermedades artríticas y reumáticas, lo cual habla de su relativa inocuidad, siempre y cuando por su cercanía y tiempos de exposición no provoquen quemaduras de la piel.

MATERIALES Y MÉTODO

Se utilizaron los siguientes equipos y elementos:

- Medidor de (CEM) Campo Electromagnético NARDA EMR 300
- Sensor Safety Test Type 18 RS 1115 Germany, E. Field , rango de frecuencias 100 KHz a 3 GHz.
- Sensor de Antena a Cuadros con 3 Espiras de 35,3 cm de longitud y 8,83 cm de lado, que alimenta a un puente de 4 diodos de germanio de baja impedancia acoplados a un tester digital.
- Galvanómetro de cuadro móvil de 25 micro amperes □ a plena escala
- Multímetro digital
- Multímetro a cuadro móvil Kaise SK140
- Celular Microtac Lite SNN5066A “Motorota” analógico , potencia 36 mW, frecuencia de emisión constante 848,97 MHz con antena unifilar telescópica de 8 cm.
- Celulares Microtac analógicos de emisión constante 848,97 MHz, 240 mW
- Celulares Motorota digital C700
- Celulares Motorola digitales Space XT 300
- Celulares Nokia digitales YGC9615
- Teléfono Inalámbrico Panasonic
- Modem Wi Fi Huawei y Modem Wi Fi Arnet
- Láminas de aluminio 99,98% de pureza de **10 micrones** de espesor
- Termocupla con sonda de 40 cm acoplada a tester digital
- Termómetro de mercurio-vidrio rango 0 °C a 60 °C +/- 1 °C
- Termómetro de alcohol-vidrio rango 0 °C a 60 °C +/- 1 °C
- Equipo de Microondas Philco
- Equipo de Microondas White Westinghouse HV 1624, P = 700 W y frecuencia 2.400 MHz
- Televisores JVC, Philips, Philco con pantalla de rayos catódicos
- Netbook marca INTEL
- Monitores de rayos catódicos marcas Ecovisión e IBM
- Cámara de Irradiación de Polipropileno con luz ultravioleta con lámpara germicida Derun I. Enterprise Mod. T5-G5 de 6 W , longitud de onda 254 NM (radiación ultravioleta actínica)
- Afeitadoras Philips ave HP 1606
- Caja metálica 40 cm x 20 cm, x 15 cm con tapa abatible para ser usada como jaula Faraday ca.

MEDICIONES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Utilizando un capacitor de aluminio – aire de geometría adecuada para introducir el sensor de campo CEM , se determinó que el equipo no mide campos eléctricos puros, ni permanentes ni variables, solo puede medir campos eléctricos originados por ondas electromagnéticas provenientes de alguna fuente emisora.

Se realizaron mediciones de intensidad de campo CEM de diversas fuentes cotidianas, cuyos resultados promedio se resumen en las siguientes tablas.

Fuente Emisora	Distancia (cm)	Intensidad de campo E (V/m)	Densidad Superficial de Potencia (mW/cm²)	Amperes/metro
Campo Eléctrico Base en el Lugar	-----	0,20	0,07	0,007
Cel. Microtac Motorola St By	0	0,80	0,40	0,030
Cel. Microtac Motorota emi*	0	Antena 72 Auricular 60	130	0,320
Cel. Microtac Motorota emi*	10	32	55	0,084
Cel. Microtac Motorota emi*	20	22	35	0,057
Cel. Microtac Motorota emi*	30	18	18	0,040
Cel. Microtac Motorota emi*	50	8	11	0,024
Cel. Microtac Motorota emi*	100	4	5	0,014
Cel.Nokia en stand by a 0 cm	0	Frente 0,41 Dorso 0,14	0,21	0.014
Cel Nokia emi*	0	2,04	3,06	0,043
Cel. Nokia emi*	10	0,06	1,07	0,013
Cel. Motorola 707 stand by	0	0,50	0,20	0,010
Cel. Motorola 707 emitiendo*	0	2,10	3,20	0,055

Tabla Nº 1 Mediciones de Campo Eléctrico y Potencias emitidos por tres tipos de teléfonos celulares en modos de stand by. y emitiendo a diferentes distancias. Referencia * / emitiendo

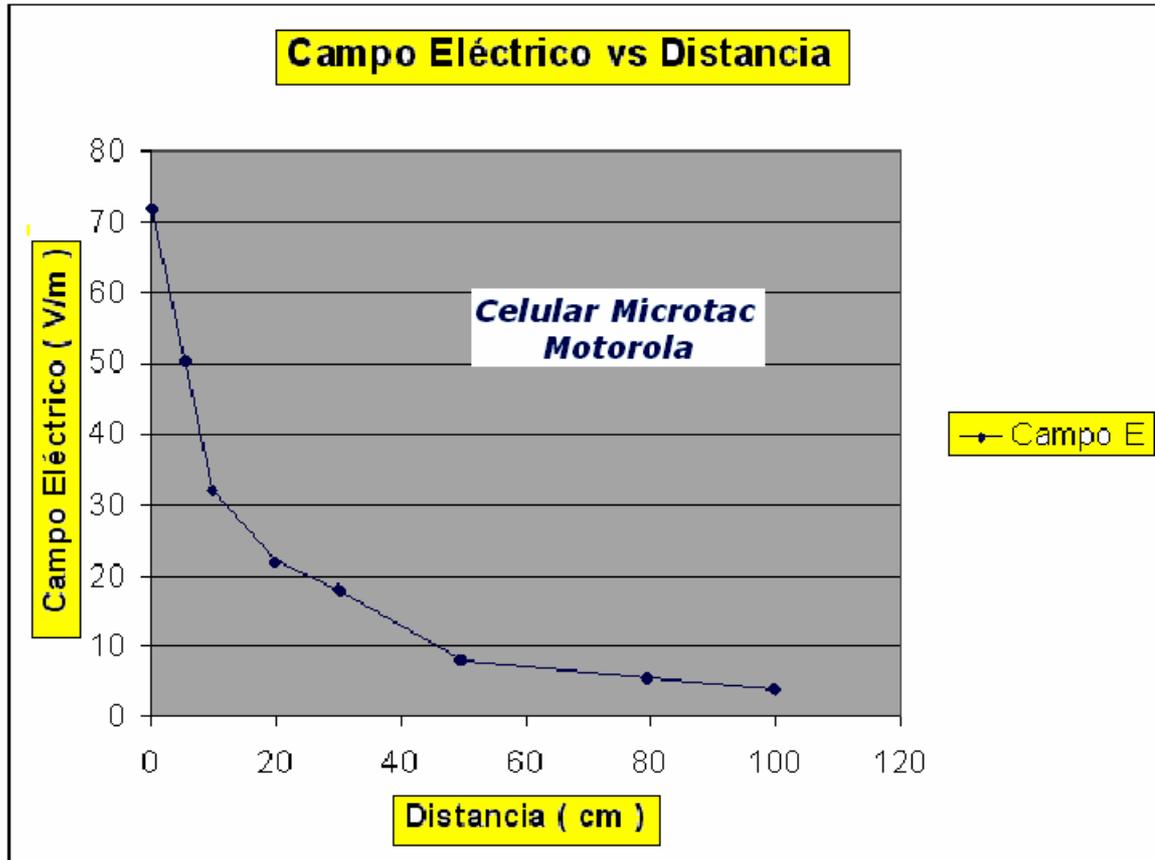


Figura N° 2 La gráfica muestra la variación del campo eléctrico generado por un celular analógico en función de la distancia utilizando un medidor RS 1115.

Puede observarse la brusca caída del campo eléctrico cuando retiramos el sensor de la fuente radiante, lo cual resultaría compatible con la recomendación del uso del dispositivo manos libres que aconseja la OMS para alejar el celular del cráneo y glándulas salivales y tiroideas que se encuentran cercanas al pabellón auricular humano..

No obstante el alejamiento del celular debería acompañarse de otra medida precautoria, la colocación de una lámina de aluminio de 10 micrones de espesor dentro de la funda del celular, interpuesta entre el celular y el cuerpo de la persona que lo porta.

La lámina de aluminio debe cortarse con una tijera común, según la geometría y medida de la funda, y el teclado del celular debería colocarse hacia el cuerpo del portador, de modo que la antena quede hacia la parte posterior.

PRUEBAS DE ATENUACIÓN DEL CAMPO CEM CON ALGUNOS MATERIALES Y EL USO DE LÁMINA DE ALUMINIO COMO PANTALLA PARA EL CUERPO HUMANO

A continuación se estudia la atenuación de la intensidad del campo electromagnético al atravesar vidrio, papel, lámina de aluminio y un cráneo porcino recién faenado.

El ensayo se realiza con un celular Microtac Motorola con antena mono filar desplegada en modo de emisión continua y se colocan los materiales de atenuación envolviendo la antena y parte de la zona de audífono, mostrándose los resultados en la siguiente tabla.

Ensayo	Campo Eléctrico E (V/m)	Campo Eléctrico Trans Material (V/m)	% de Atenuación
Ce Microtac emitiendo* a 0 cm del sensor	75 sin obstáculo	60 (cartón de 1 mm)	20 %
Cel. Microtac emitiendo A 0 cm del sensor*	75 sin obstáculo	50 (vidrio 1 mm)	33 %
Cel. Microtac emit* A 6 cm del sensor	27 sin obstáculo	0 (lámina de aluminio 20 um de espesor)	100 %
Cel. Microtac emit* A 6 cm del sensor	27 sin obstáculo	8,29 (cráneo porcino sobre hueso frontal)	69,3 % permeado 30,7%
Cel. Microtac emit* A 6 cm del sensor	27 sin obstáculo	15(cráneo porcino sobre conducto auditivo)	43,0 % permeado 57,0 %

Tabla Nº 2 Se mide la atenuación del CEM con diferentes materiales y un cráneo porcino por vía frontal y a través del conducto auditivo.

Como podrá observarse, las radiofrecuencias emitidas por el celular dada su larga longitud de onda, demuestra poca capacidad de penetración sobre los materiales ensayados, encontrándose atenuaciones bajas de un 20 % para una lámina de cartón de 1 mm, llegando a valores de 69,3 % para el cráneo porcino por vía frontal y siendo nula a través de una lámina de aluminio de 10 micrones.

Fuente Emisora	Distancia (cm)	Intensidad de campo E (V/m)	Densidad Superficial de Potencia (mW/cm2)
Monitor de Rayos	0	12,72	14

*Seminario Nacional Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Mendoza-Instituto Regional de Estudios Sobre Energía
Eficiencia Energética 30 y 31 de Agosto 2012*

Catódicos			
Monitor de Rayos Catódicos	40	3,40	2,000
Monitor de Cristal Líquido	0	0,20	0,001
Afeitadora Eléctrica	0	12,3	0,011
Licuadaora	20	28,9	22
Fuente para Recargar Pilas	20	1,21	0,970
Horno de Micro ondas frente el Visor, 2450MHz	20	2,20	1,320
Ref / Celular Analógico	0	60	130
Ref 2 / Celular Digital	0	2,03	3,06
Lámpara de Bajo Consumo 25 W	0	280	18
Lámpara de Bajo Consumo 25 W	20	5,0	0,12
Lámpara de Bajo Consumo 25W	40	1,0	0,050
Lámpara a Filamento 60 W	0	1,03	0,003
Lámpara a Filamento 60 W	40	0,14	0,001
Central Telefónica Inalámbrica St By	0	0,007	0,000
Central Telefónica Inalámbrica en llamada	0	0,047	0,001

Tabla Nº 3 Mediciones de Campo Eléctrico y Potencias emitidos por otros artefactos domésticos

*Seminario Nacional Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Mendoza-Instituto Regional de Estudios Sobre Energía
Eficiencia Energética 30 y 31 de Agosto 2012*

Observando lo valores numéricos de la tabla N° 2 pueden señalarse las siguientes observaciones:

-Los celulares no son la única fuente emisora de ondas electromagnéticas dentro de los ambientes

-Una lámpara de bajo consumo de 25 W produce un campo eléctrico 140 veces al de un celular digital, aunque este valor declina bruscamente hasta hacerse muy bajo a 40 cm.

-Las centrales telefónicas inalámbricas no producen campos significativos.

Fuente Emisora	Distancia (cm)	Intensidad de campo E (V/m)	Densidad Superficial de Potencia (mW/cm²)
Llamando dentro de automóvil , celular digital	0	5,5	0,038
Llamando fuera de automóvil , celular digital	0	2,4	0,010
Celular Analógico llamando desde caja metálica cerrada	0	150	-- ----
Celular digital llamando desde caja metálica cerrada	0	29	-- ----

Tabla N° 4 Parámetros comparativos de emisión por efecto faradayco, al emitir desde el interior de estructuras metálicas, automóvil y caja de metal totalmente cerrada

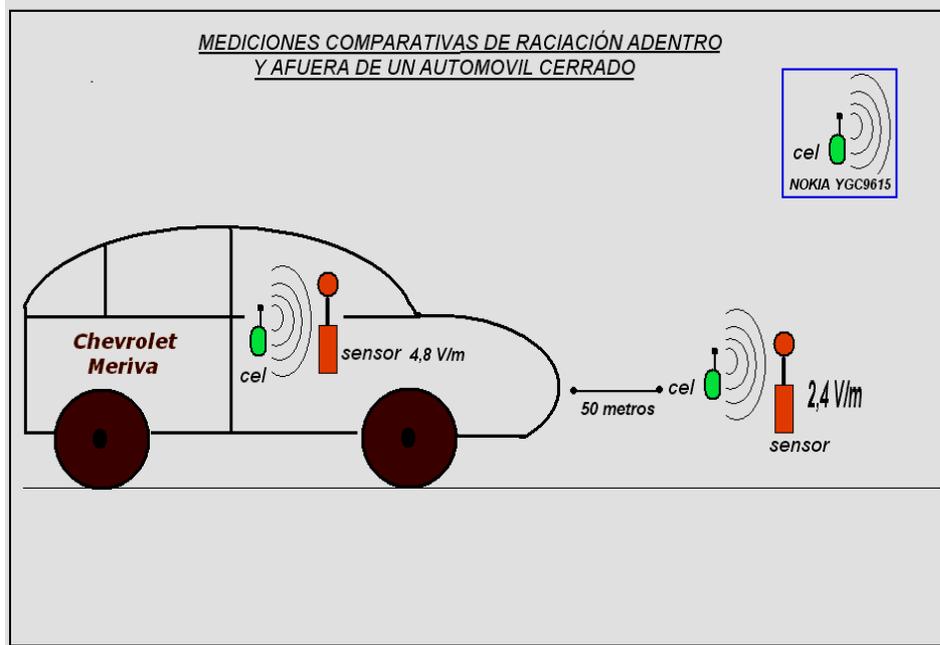


Figura N° 3 Comparación al emitir desde el interior de un automóvil y hacerlo afuera del mismo

EFFECTOS TERMICOS DE LOS TELÉFONOS CELULARES

En la siguiente sección se estudia el calor y la temperatura producidos sobre tejidos biológicos cuando están expuestos al celular durante la emisión de ondas causadas por una llamada telefónica.

Los resultados se resumen en la siguiente imagen.

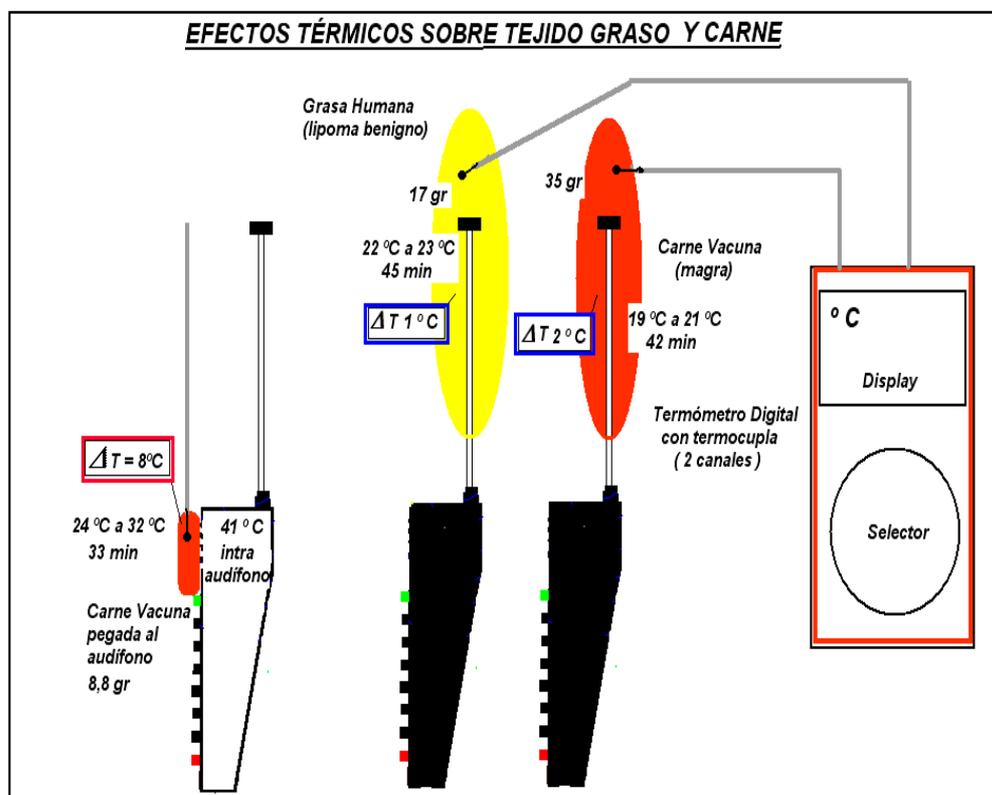


Figura N° 4 Incrementos comparativos de temperatura producidos por un celular analógico, sobre carne vacuna y grasa humana, en la zona de antena y pegado al auricular durante llamadas de larga duración

Como podrá observarse en la figura anterior, los tejidos biológicos insertados en la antena durante llamadas largas de mas de 40 minutos, solo alcanzan a incrementar 2 ° C la temperatura de la carne y solo 1 ° C la temperatura de la grasa.

No obstante, si se adhiere la carne a la rejilla del audifono impidiendo la salida del aire caliente del interior del celular, al impedir la disipación del calor, el tejido se calienta 8 ° C alcanzando una temperatura final de 32 ° C, mientras que en el interior del celular la temperatura llega a 41 ° C.

Debe considerarse que, a diferencia del pabellón auditivo humano que posee capacidad de disipación a través de la circulación sanguínea y la evapotranspiración, la carne vacuna y la grasa a no estar integradas in vivo al sistema circulatorio no poseen la posibilidad de evacuar el calor por dicha vía.

Con estos ensayos experimentales se demuestra que los celulares no pueden ejercer efectos térmicos significativos dentro del cuero cabelludo y menos aun en el interior del cráneo humano que puede atenuar entre un 43% y 69% el campo de radiación del teléfono celular.

ENSAYOS CON HUMANOS

Se realizaron 10 ensayos con personas voluntarias, a las cuales se les midió con un termómetro clínico la temperatura bucal antes y después de una llamada de 30 minutos, no encontrándose incrementos superiores a la apreciación del termómetro (0,1 ° C) lo cual se corresponde con los ensayos in-Vitro realizados con carne vacuna y grasa humana.

ESTUDIOS BIOLÓGICOS EN CURSO

Se están realizando los siguientes estudios :

-Germinación de semillas, viabilidad posterior y variaciones genéticas en plantas de 3 generaciones. -Cinética metabólica mitocondrial de levaduras sobre sacarosa y glucosa.

-Acción de las RF sobre proteínas biológicas (albúmina de huevo) y azúcares

-Irradiación de huevos de gallina y seguimiento veterinario de pollos nacidos hasta adultos

-Estadísticas de neoplasias de cerebro cabeza y cuello sobre humanos con uso crónico de RF

-Estudios hematológicos por punción lóbulo de oreja humana pre y post llamadas telefónicas.

CONCLUSIONES

-Los celulares no son la única fuente de radiación de microondas presentes en ambientes cotidianos.

-Una lámpara de bajo consumo puede provocar campos 140 veces mas intensos que un celular digital en llamada.

-La radiación emitida por los teléfonos no calienta los materiales orgánicos no biológicos aún en exposiciones prolongadas dado que no entran en resonancia con las frecuencias de los movimientos mecánicos de las moléculas de agua y otras.

-Las radiaciones de los teléfonos celulares se encuentran muy alejadas del rango de frecuencias ionizantes o excitadoras de orbitales moleculares.

-El cráneo resulta muy impermeable a la radiación de telefonía celular, atenuando entre un 25% y un 70% según la ubicación del teléfono celular.

-Hablar por celular dentro de estructuras metálicas multiplica varias veces la exposición a su radiación.

-Hasta que haya evidencias biológicas contundentes sobre la nocividad de los celulares, puede aconsejarse como prevención, el uso de dispositivos de manos libre y una lámina de aluminio interpuesta entre el celular y el cuerpo para reducir la exposición a las ondas electromagnéticas.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografía consultada para este artículo resulta controversial. El estado actual del conocimiento desconoce en profundidad los mecanismos biológicos resultantes de la interacción entre las ondas de radio y los seres vivos. La contaminación electromagnética ha aumentado en varios órdenes de magnitud con el crecimiento de la telefonía inalámbrica.

Los campos electromagnéticos están alterando nuestro mundo mediante vías que no comprendemos bien todavía.

1-Baldauf, M.A., Herschlein, A., Sörgel, W. y Wiesbeck, W. 2002. *Safety distances in mobile communications*. 2nd International Workshop on Biological effects of EMFS. October, 2002. Rhodes, Greece.

2-Balmori, A. 2003. Aves y telefonía móvil. Resultados preliminares de los efectos de las ondas electromagnéticas sobre la fauna urbana. *El Ecologista* 36: 40.42.

3-Belyavskaya, N.A. 2001. Ultrastructure and calcium balance in meristem cells of pea roots exposed to extremely low magnetic fields. *Adv. Space Res.* 28: 645- 650.

4-Firstenberg, A. 2004. Electromagnetic Fields (EMF). Killing Fields. *The Ecologist*, 34: 5.

<http://www.mindfully.org/Technology/2004/Electromagnetic□Fields□EMF1jun04.htm>

5-Haumann, T., Münzenberg, U., Maes, W. y Sierck, P. 2002. *HF Radiation levels of GSM cellular phone towers in residential areas*. 2nd International Workshop on Biological effects of EMFS. October, 2002. Rhodes ,Greece.

6-International Workshop on Biological effects of EMFS. October, 2002. Rhodes ,Greece.

Hüttermann, A. 1987. On the question of a possible contribution to new types of forest damage by electromagnetic radiation. *Der Forst-u. Holzwirt*, 23. November, 1987.

7-Hyland, G.J. 2000. Physics and biology of mobile telephony. *The Lancet* 356: 1 - 8.

8-Kiernan, V. 1995. Forest grows tall on radio waves. *New Scientist* 14: 5.

9-Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones. *Environmental Health Perspectives*, 111: 881-893.

Santini, R., Santini, P., Le Ruz, P., Danze, J.M. y Seigne, M. 2003. Survey Study of People Living in the Vicinity of Cellular

10-Volkrodt, W. 1988. Electromagnetic pollution of the environment. En *Environment and health: a holistic approach* (ed. Krieps, R.), Luxembourg Ministries of Environment and Health, the Commission of the European Communities and the World.